

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年11月15日 (15.11.2001)

PCT

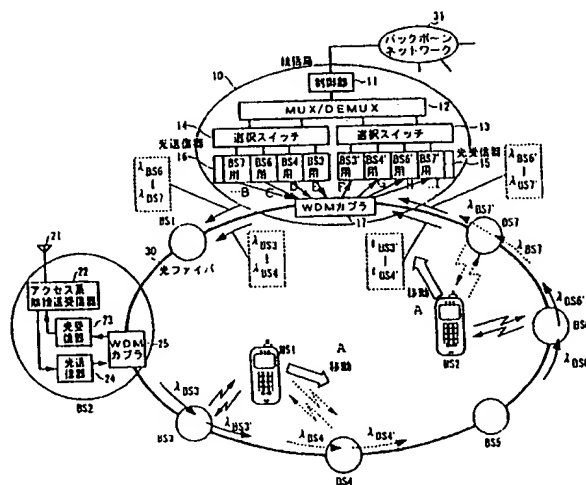
(10) 国際公開番号
WO 01/86982 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H04Q 7/24, H04J 14/02 (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ (NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 〒100-6150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/03845
- (22) 国際出願日: 2001年5月8日 (08.05.2001) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 油川雄司 (ABU-RAKAWA, Yuji) [JP/JP]; 〒235-0033 神奈川県横浜市磯子区杉田9丁目2-9-206 Kanagawa (JP). 吉野 仁 (YOSHINO, Hitoshi) [JP/JP]; 〒238-0026 神奈川県横浜須賀町小矢部3丁目21-10-301 Kanagawa (JP). 大津 徹 (OTSU, Toru) [JP/JP]; 〒236-0057 神奈川県横浜市金沢区能見台5丁目37-8 Kanagawa (JP). 山尾 泰 (YAMAOKA, Yasushi) [JP/JP]; 〒239-0822 神奈川県横浜須賀町6丁目92-38 Kanagawa (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2000-137879 2000年5月10日 (10.05.2000) JP
特願2000-380882 2000年12月14日 (14.12.2000) JP

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS BASE STATION NETWORK SYSTEM, CONTROL STATION, BASE STATION SWITCHING METHOD, SIGNAL PROCESSING METHOD, AND HANDOVER CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 無線基地局ネットワークシステム、及び統括局、並びに、基地局切替方法、信号処理方法、及びハンドオーバー制御方法



(57) Abstract: A wireless base station network system in which base stations arranged at a plurality of cells and a control station for controlling the base stations are connected through optical fibers by wavelength-division multiplexing transmissions. The base station is provided with a wavelength-variable transmitter for transmitting optical signals of a predetermined wavelength, and an optical coupler for multiplexing optical signals from the wavelength-variable transmitter for the wavelength-division multiplexing transmissions. The control station is provided with a plurality of optical receivers for receiving the divided and multiplexed wavelengths of the optical signals, and an optical coupler for branching the optical signals having been divided and multiplexed from the plurality of base stations, individually to the wavelengths. Where the wireless communication terminal to communicate with the

- 10...CONTROL STATION
11...CONTROL UNIT
13...SELECT SWITCH
14...SELECT SWITCH
15...OPTICAL RECEIVER
16...OPTICAL TRANSMITTER
17...WDM COUPLER
22...ACCESS WIRELESS TRANSCIEVER
23...OPTICAL RECEIVER
24...OPTICAL TRANSMITTER
25...WDM COUPLER
30...OPTICAL FIBER
31...BACKBONE NETWORK
A...MOVEMENT
B...FOR BS 7
C...FOR BS 6
D...FOR BS 4
E...FOR BS 3
F...FOR BS 3'
G...FOR BS 4'
H...FOR BS 6'
I...FOR BS 7'

WO 01/86982 A1

[続葉有]



(74) 代理人: 伊東忠彦 (ITO, Tadahiko); 〒150-6032 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレ
イスタワー32階 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): CN, KR, SG, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

base station moves to change its communicating base station, a new base station, to which the wireless communication terminal has moved, controls the wavelength of the wavelength variable transmitter and transmits the optical signal wavelength identical to that transmitted by the base station before the movement, to the control station.

(57) 要約:

本発明は、複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局とが光ファイバで波長多重伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおいて、前記基地局は、所定の波長の光信号を送信する波長可変送信器と、前記波長可変送信器からの光信号を波長多重伝送するために合波する光カップラを具備し、前記統括局は、波長多重伝送された光信号の波長を受信する複数の光受信器と、複数の前記基地局より波長多重伝送されてきた光信号を各波長にそれぞれ前記光受信器に分波する光カップラを具備し、前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信する基地局を変更した場合、無線通信端末が移動した先の基地局は、前記波長可変送信器の波長を制御し、移動前の基地局が送信した光信号波長と同一の光信号波長で、前記統括局に送信する無線基地局ネットワークシステム。

明 細 書

無線基地局ネットワークシステム、及び統括局、並びに、基地局切替方法、信号
処理方法、及びハンドオーバー制御方法

5

技術分野

本発明は、無線通信システムに関し、特に、複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局とが光ファイバで波長多重伝送又はサブキャリア光伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステム、及びその基地局切替方法

10 に関するものである。

又、本発明は、更に、複数の基地局から成る通信ネットワークを統括する統括局がハンドオーバー中の移動局からの信号を複数の基地局から受信し、それらを等化処理するシステムにも関する。

15 背景技術

例えば光波長分割多重（WDM）が適用された無線基地局ネットワークにおいては、通常、無線通信端末と通信する複数の基地局と、これら複数の基地局を統括的に制御し、外部通信ネットワークと通信する統括局とが設けられ、これらの局は光ファイバ回線で接続されている。

20 従来の基地局は、光ファイバ回線を介して統括局へ送信するために無線通信端末から受信した信号を光信号に変換する際、基地局固有の波長を有する光信号に変換する。

25 よって、統括局は、該ネットワークにおける基地局数の波長に対応し得る光受信装置を保持する。この光受信装置は、一波長に対応可能な光受信器が複数個集まって構成される。この各光受信器は、一基地局からの光信号の受信及び電気信号への変換を担当する。変換された信号は選択スイッチによって切り替えられ、受信電気信号となる。

即ち、移動局が移動し異なるセルに入ると、統括局では該移動局からの受信を継続するために選択スイッチを別の光受信器に切り替えることになる。

以下、図1及び2を用いて、従来の、WDMが適用された無線基地局ネットワークを説明する。図1は、従来の無線基地局ネットワークシステムの構成例を示すブロック図である。

- 5 統括局10と基地局(BS1~BS7、なお、BSの数は、7に限定されない。以下、「BS」という。)とは、光ファイバ30によりループ状に接続されていて、波長多重伝送により光信号の送受信がなされている。

この構成において、各BSに統括局10から光伝送する場合は、各BS毎に受信波長が割り当てられており、統括局10において各BS用の光波長を送信する光送信器16が具備され、WDMカプラ17によりそれぞれの光信号が波長多重
10 伝送するために合波されて送信される。

- 各BS1~BS7においては、それぞれのWDMカプラ25によって、自分宛ての波長の光信号が分波され、光受信器23により受信される。光受信器23からの信号はアクセス系無線(BSと無線通信端末間の無線通信)送受信器22によりアンテナ21を介して無線通信端末(MS1、MS2、なお、MSの数は、
15 2に限定されない。以下、「MS」という。)と無線通信する。

MSからの無線信号はアンテナ21を介してアクセス系無線送受信器22により受信され、光送信器24により光信号に変換されWDMカプラ25により波長多重伝送するために合波される。

- なお、BSのアクセス系無線送受信器22には、MSから受信した無線信号を
20 復調してデジタル信号に変換する移動通信用無線信号復調器と、光受信器23の出力であるデジタル信号を移動通信用無線周波数信号に変換する移動通信用無線信号変調器とを具備している。

統括局10では各BSからの光信号をWDMカプラ17により、それぞれの波長毎に分波され、光受信器15により受信される。

- 25 例えば、MS1がBS3と通信している場合は、統括局から波長 λ_{BS3} でBS3に伝送し、BS3から統括局10へ波長 λ_{BS3} で伝送されている。

その際に、MSが移動してBS4と通信を始めたときは、統括局10においては、BS3用の波長 λ_{BS3} からBS4用の波長 λ_{BS4} の光送信器に選択スイッチ14で切り替え、統括局10から波長 λ_{BS4} でBS4に伝送する。また、同時に、

BS4では、統括局10へ波長 λ_{BS4} で伝送する。その結果、統括局10への信号は波長 λ_{BS3} から λ_{BS4} に変わるので、統括局10では、波長 λ_{BS4} の信号を受信する光受信器に選択スイッチ13により切り替えて受信する。これにより、MSと統括局は通信を続けることが可能となる。

5 図2は、従来の統括局におけるWDMカプラの例を示す図である。

WDMカプラ17₁においては、各波長の光送信器からの信号が入力され、それが波長多重するために合波されて各BSへ送信される。

従って、送信するBSがBS3からBS4に切り替わった場合には、波長 λ_{BS3} から λ_{BS4} へ光送信器を切り替えて伝送する。

10 一方、WDMカプラ17₂においては、各BSからの波長 λ_{BS1} から λ_{BSN} の光信号は、それぞれの波長により各端子へ分波され、それぞれ光受信器により受信される。

従って、受信先のBSが、BS3からBS4に切り替わった場合には、出力端子を波長 λ_{BS3} から λ_{BS4} に変更する必要があるため、選択スイッチにより光
15 受信器を切り替えて受信する。

しかしながら、無線通信端末の移動による基地局の切り替えが頻繁に生じると統括局において、各光送受信器の選択スイッチ等の選択合成を行う処理が過大になり統括局の処理能力が大きくなりすぎるという問題があった。

20 発明の開示

そこで、本発明の概括的な目的は、上記従来技術の問題点を解決した新規で有用な無線基地局ネットワークシステムを提供することである。

本発明の詳細な目的は、無線通信端末の移動により、基地局の切り替えが生じても、統括局における処理を軽減させ、効率的な無線基地局ネットワークシステム及びその基地局切替方法を提供することである。
25

上記目的は、複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局とが光ファイバで波長多重伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおいて、前記基地局は、所定の波長の光信号を送信する波長可変送信器と、前記波長可変送信器からの光信号を波長多重伝送するために合波する光カプラを具

- 備し、前記統括局は、波長多重伝送された光信号の波長を受信する複数の光受信器と、複数の前記基地局より波長多重伝送されてきた光信号を各波長にそれぞれ前記光受信器に分波する光カプラを具備し、前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信する基地局を変更した場合、無線通信端末が移動した先の基地局は、前記波長可変送信器の波長を制御し、移動前の基地局が送信した光信号波長と同一の光信号波長で、前記統括局に送信する無線通信ネットワークシステムにて達成される。

ここで、上記光カプラとは、例えばWDMカプラであるが、光信号を波長毎に分波及び合波できれば任意の装置でよい。

- 10 又、本発明の他の目的は、上記無線通信ネットワークシステムのソフトハンドオーバー中の移動局の通信品質を向上させることである。

- 上記目的は、無線通信端末と通信する複数の基地局と、該各基地局を統括的に制御し、外部通信ネットワークと通信する統括局と、前記各基地局及び前記統括局を接続する光ファイバ回線とを有し、前記各基地局は、無線通信端末から送信された信号を受信し、この受信信号を光信号に変換し、光ファイバ回線を介して前記統括局へ送信する無線基地局ネットワークシステムにおいて、前記各基地局は、無線通信端末から送信された信号を発信元の無線通信端末毎に固有に割り当てられた波長を有する光信号に変換する信号変換手段を有し、前記統括局は、同一の無線通信端末から送信された信号が、少なくとも2つの基地局によって受信され、それぞれ前記信号変換手段によって同一の波長を有する光信号に変換されて成る光信号を、光ファイバ回線を介して同時に受信し、電気信号に変換して出力する光信号受信手段と、該出力信号を等化合成処理する等化合成処理手段とを有する構成を採る無線基地局ネットワークシステムにて達成される。

- 25 なお、本発明の他の目的、特徴、利点は、添付図面と共に為される以下の詳細な説明にて、明らかにされる。

図面の簡単な説明

図1は、従来の無線基地局ネットワークシステムの概略を部分的に示す図である。

図 2 は、従来例における統括局内の WDM カブラの例を示す図である。

図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

図 4 は、実施の形態 1 における統括局内の WDM カブラの例を示す図である。

5 図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

図 6 は、実施の形態 2 における B S 内の WDM カブラの例を示す図である。

図 7 は、本発明の実施の形態 3 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

10 図 8 は、実施の形態 3 における B S 内の WDM カブラの例を示す図である。

図 9 は、本発明の実施の形態 4 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

図 10 は、本発明の実施の形態 5 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

15 図 11 は、本発明の実施の形態 6 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

図 12 は、本発明の実施の形態 7 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

図 13 は、本発明の実施の形態 7 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

図 14 は、本発明の実施の形態 8 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

図 15 は、統括局においてダイバーシチ等化部を設けなかった場合に生じ得る干渉の原因となる時間差について説明するための概略図である。

25 図 16 は、本発明の実施の形態 9 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

図 17 は、本発明の実施の形態 10 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

図 18 は、複数の基地局がメッシュ状に接続された場合を示す図である。

図19は、複数の基地局がクラスタ型に接続された場合を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

- 5 まず、図3及び4を用いて、本発明の実施の形態1について説明する。

図3は、本発明の実施の形態1に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

統括局40と基地局(BS)は光ファイバによりループ状に接続されていて、波長多重伝送により光信号の送受信がなされている。

- 10 統括局40においては、各光波長を送信する光送信器として波長可変光源44が具備され、WDMカプラ45によりそれぞれの光信号が波長多重伝送するために合波されてBSに伝送される。

- 各基地局BS1～BS7においては、それぞれのWDMカプラ55によって、自分宛ての波長の光信号が分波され、光受信器53により受信される。光受信器
15 53からの信号は、アクセス系無線(BSと無線通信端末間の無線通信)送受信器52によりアンテナ51を介して無線通信端末(MS)へ無線伝送される。無線通信端末からの無線信号は、アンテナ51を介してアクセス系無線送受信器52により受信され、波長可変光源54により任意の波長の光信号に変換されWDMカプラ55により波長多重伝送するために合波される。

- 20 統括局40では、各BSからの光信号は、WDMカプラ45によりそれぞれの波長毎に分波され、光受信器43により受信される。

- ここで、MS1がBS3と通信している場合、BS3は、MS1からの情報を波長 λ_{MS1} で統括局に送信している。その際、MS1が移動することによりBS4と通信を始めた場合には、BS4は、波長可変光源54の波長を λ_{MS1} にして
25 統括局40に送信することで、統括局40では、切り替え操作を行うことなく波長 λ_{MS1} の信号を受信し続けることが可能となる。

これにより、MS1のBS3からBS4への基地局の切り替えが実現する。

図4は、実施の形態1における統括局内のWDMカプラの例を示す図である。

WDMカプラ45₂においては、各BSからの波長 $\lambda_{MS1} \sim \lambda_{MSN}$ の光信号は、

それぞれの波長により各端子へ分波され、それぞれ光受信器 4 3 により受信される。

実施の形態 1 においては、MS が移動したことにより、基地局の切り替えが生じて、その MS に関して、BS からの波長は変化しないため、同一の出力端子から光信号が分波されるため、同一の光受信器 4 3 で受信することが可能となり、切り替え操作が不要になる。

次いで、図 5 及び 6 を用いて、本発明の実施の形態 2 について説明する。

図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

10 統括局 6 0 と基地局 (BS) は光ファイバ 3 0 によりループ状に接続されていて、波長多重伝送により光信号の送受信がなされている。

統括局 6 0 においては、送信する光波長を可変できる波長可変光源 6 4 が具備され、WDM カプラ 6 5 によりそれぞれの光信号が波長多重伝送するために合波されて BS に伝送される。

15 各 BS 1 ~ BS 7 においては、それぞれの WDM カプラ 7 5 によって、自分宛ての波長の光信号が分波され、光受信器 7 3 により受信される。光受信器 7 3 からの信号は、アクセス系無線送受信器 7 2 によりアンテナ 7 1 を介して無線通信端末 (MS) へ無線伝送される。無線通信端末からの無線信号は、アンテナ 7 1 を介してアクセス系無線送受信器 7 2 で受信され、波長可変光源 7 4 により任意
20 の波長の光信号に変換されて、WDM カプラ 7 5 により波長多重伝送するために合波される。

統括局 6 0 では、各 BS からの光信号は、WDM カプラ 6 5 で、それぞれの波長毎に分波され、光受信器 6 3 により受信される。

ここで、MS 1 が BS 3 と通信している場合、その通信情報は、統括局 6 0 から波長 λ_{BS3} で BS 3 に送信している。つぎに、MS が移動することにより、BS 4 と通信を始めた場合には、統括局 6 0 は、波長可変光源の波長を λ_{BS3} から λ_{BS4} に変更して送信することで、BS の切り替えが実現する。

これにより、統括局 8 0 では、送信器である波長可変光源の波長を制御するだけで、BS の切り替えが実現する。

図6は、実施の形態2におけるBS内のWDMカプラの例を示す図である。WDMカプラ75₁では、統括局60又は他BSからの波長 $\lambda_{BS1} \sim \lambda_{BSN}$ の光信号のうち、自BS宛ての波長の光信号 λ_{BSM} が分波され、他の信号は通過する。BSの波長可変光源からの信号は、WDMカプラ75₂によって、波長多重伝送するために合波される。

従って、MS1がBS3からBS4との通信に切り替わるときに、統括局において、その通信情報を伝送する波長可変光源の波長を λ_{BS3} から λ_{BS4} に変更して送信することにより、BSの切り替えが実現する。

次いで、図7及び8を用いて、本発明の実施の形態3について説明する。

10 図7は、本発明の実施の形態3に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

統括局80と基地局(BS)は光ファイバ30によりループ状に接続されていて、波長多重伝送により光信号の送受信がなされている。

統括局80においては、各光波長を送信する光送信器84が具備され、WDM
15 カプラ85によりそれぞれの光信号が波長多重伝送するために合波されてBSに伝送される。

なお、光送信器84の送信光源は、MS毎に用意する。例えば、MS1が、BS3と最初に、通信を開始したときには、MS1の送信光源の波長は、 λ_{BS3} に設定される。

20 各BS1~BS7においては、それぞれの可変WDMカプラ95によって、任意の波長の光信号が分波され、光受信器93により受信される。光受信器93からの信号は、アクセス系無線送受信器92により、アンテナ91を介して無線通信端末(MS)へ無線伝送される。

無線通信端末からの無線信号は、アンテナ91を介してアクセス系無線送受信
25 器92により受信され、波長可変光源94で所定の波長の光信号に変換され、WDMカプラ95により波長多重伝送するために合波される。なお、波長可変光源94は、その光源の出力波長を任意に制御することができる光源である。

統括局80では、各BSからの光信号はWDMカプラ85によりそれぞれの波長毎に分波され、光受信器83により受信される。

ここで、MS 1がBS 3と通信している場合、その通信情報は統括局から波長 λ_{BS3} でBS 3に送信している。ついで、MSが移動することにより、BS 4と通信を始めた場合でも、統括局 80は、基地局向けの送信波長を変更しない。つまり、無線通信端末が基地局を変更しても、移動前の基地局の光信号の波長 λ_{BS3} を、変更せずにそのまま、BS 4に送信する。

一方、BS 4は、波長 λ_{BS3} で伝送されているMS 1向けの統括局 80からの信号を、可変WDMカプラ 85で分波して光受信機 93で受信し、アクセス系無線送受信器 92により、アンテナ 91を介してMS 1へ無線伝送する。

これにより、統括局 80では、光送信器の切り替えや波長を制御する操作を行うことなく、MS 1と通信し続けることが可能となり、BSの切り替えが実現する。

図 8は、実施の形態 3におけるBS内のWDMカプラの例を示す図である。

WDMカプラ 95₁では、統括局 80又は他BSからの波長 $\lambda_{BS1} \sim \lambda_{BSN}$ の光信号のうち、所定の波長の光信号 λ_{BSM} が分波され、他の信号は通過する。BSの波長可変光源 94からの信号は、WDMカプラ 95₂によって、波長多重伝送するために合波される。

従って、MS 1がBS 3からBS 4との通信に切り替わるときに、BS 4で可変WDMカプラの分波波長を λ_{BS3} へ制御することにより、統括局 80からの光信号はBS 4へ伝送され、BSの切り替えが実現する。

次いで、図 9を用いて、本発明の実施の形態 4について説明する。

図 9は、本発明の実施の形態 4に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

統括局 100と基地局 (BS) は光ファイバ 30によりループ状に接続されている。

統括局 100においては、MUX/DEMUX 102によって、分離された信号は、周波数可変エントランスMOD 104によりエントランス用無線信号に変換され、周波数選択型カプラ 105により周波数多重され、E/O 106によりサブキャリア光伝送によりBSに伝送される。

各BS 1～BS 7においては、それぞれのO/E 115により周波数多重され

た無線信号に変換され、周波数選択型カプラ 114 によって、所定のエントランス無線周波数の信号が分波され、周波数可変エントランス DEM 113₁（なお、周波数可変エントランス MODEM 113 は、復調を行う周波数可変エントランス DEM 113₁ と変調を行う周波数可変エントランス MOD 113₂ により構成されている。）より復調される。周波数可変エントランス DEM 113₁ で復調されたデジタル信号は、アクセス系無線送受信器 112 により、無線通信端末向けの無線周波数信号に変換され、アンテナ 111 を介して無線通信端末（MS）へ無線伝送される。

無線通信端末からの無線信号は、アンテナ 111 を介してアクセス系無線送受信器 112 により受信され、デジタル信号に変換される。このデジタル信号は、次いで、周波数可変エントランス MOD 113₂ によりエントランス用無線信号（周波数 f_{MS1} ）に変換される。その出力信号は、周波数選択型カプラ 114 により多重され、E/O 116 によりサブキャリア光伝送で統括局又は他の BS に伝送される。

統括局 100 では、各 BS からの光信号は、O/E 107 により周波数多重された無線信号に変換され、周波数選択型カプラ 105 によりそれぞれの周波数毎に分波され、それぞれの出力は周波数可変エントランス DEM 103 により復調されて、デジタル信号となる。

ここで、MS 1 が BS 3 と通信している場合、BS 3 は、MS 1 からの情報を周波数 f_{MS1} の周波数可変エントランス用無線信号で変調して、サブキャリア光伝送によって、統括局 100 に送信している。

その際、MS 1 が移動することにより BS 4 と通信を始めた場合には、BS 4 は、周波数可変エントランス MOD 113₂ のキャリア（つまり、エントランス無線周波数）を制御して、MS 1 からの情報を周波数 f_{MS1} のエントランス用無線周波数で変調して、サブキャリア光伝送によって、統括局 100 に送信する。統括局 100 では、同じエントランス無線周波数 f_{MS1} の信号を受信することにより、MS 1 の信号を受信することが可能となる。

これにより、MS 1 の BS 3 から BS 4 への基地局の切り替えが実現する。

次いで、図 10 を用いて、本発明の実施の形態 5 について説明する。

図10は、本発明の実施の形態5に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

統括局120と基地局(BS)は光ファイバ30によりループ状に接続されている。

- 5 統括局120においては、MUX/DEMUXに122によって、分離された信号は周波数可変エントランスMOD124によりエントランス用無線信号(周波数 $f_{BS1} \sim f_{BSN}$)に変調され、周波数選択型カプラ125により周波数多重され、E/O126によりサブキャリア光伝送で各BSに伝送される。

- 各BS1~BS7においては、それぞれのO/E135により周波数多重された無線信号に変換され、周波数選択型カプラ134によって、自BS宛ての周波数の信号が分波され、周波数可変エントランスDEM133₁(なお、周波数可変エントランスMODEM133は、復調を行う周波数可変エントランスDEM133₁と変調を行う周波数可変エントランスMOD133₂により構成されている。)により復調される。可変エントランスDEM133₁で復調されたディジタル信号は、アクセス系無線送受信器132によりアンテナ131を介して無線通信端末(MS)へ無線伝送される。無線通信端末からの無線信号はアンテナ131を介してアクセス系無線送受信器132により受信されてディジタル信号に変換される。次いで、このディジタル信号は、周波数可変エントランスMOD133₂によりエントランス用無線信号に変調される。その出力信号は、周波数選択型カプラ134により周波数多重され、E/O136によりサブキャリア光伝送で統括局120又は他のBSに伝送される。
- 10
15
20

- 統括局120で、各BSからの光信号は、O/E127により周波数多重された無線信号に変換され、周波数選択型カプラ125によりそれぞれの周波数毎に分波され、それぞれの出力はエントランスDEM123により、ディジタル信号に復調される。
- 25

ここで、MS1がBS3と通信している場合、統括局120は、その情報を周波数 f_{BS3} のエントランス用無線信号に変調しサブキャリア光伝送によって、BS3に送信している。

その際、MS1が移動することによりBS4と通信を始めた場合には、統括局

120は、周波数可変エントランスMOD124のキャリア（つまり、エントランス無線周波数）を制御して、 f_{BS3} のエントランス無線周波数から、 f_{BS4} のエントランス無線周波数に変換して、サブキャリア光伝送によって、BS4に送信する。これにより、統括局120では、周波数可変エントランスMOD124のキャリアを制御することにより、BS3からBS4に信号の送り先を変更することが可能となり、BSの切り替えが実現する。

次いで、図11を用いて、本発明の実施の形態6について説明する。

図11は、本発明の実施の形態6に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

10 統括局140と基地局（BS）は、光ファイバ30によりループ状に接続されている。

統括局140においては、MUX/DEMUX142によって分離された信号は周波数可変エントランスMOD144によりエントランス用無線信号（周波数 $f_{BS1} \sim f_{BSN}$ ）に変調され、周波数選択型カプラ145により周波数多重され、E/O146によりサブキャリア光伝送で各BSに伝送される。

各BS1～BS7においては、それぞれのO/E155により周波数多重された無線信号に変換され、可変周波数選択型カプラ154によって、所定の周波数の信号が分波され、周波数可変エントランスDEM153₁（なお、周波数可変エントランスMODEM153は、復調を行う周波数可変エントランスDEM153₁と変調を行う周波数可変エントランスMOD153₂により構成されている。）により復調される。可変エントランスDEM153₁で復調されたデジタル信号は、アクセス系無線（BSと無線通信端末間の無線通信）送受信器152によりアンテナ151を介して無線通信端末（MS）へ無線伝送される。

無線通信端末からの無線信号は、アンテナ151を介してアクセス系無線送受信器152により受信されてデジタル信号に変換される。このデジタル信号は、周波数可変エントランスMOD153₂によりエントランス用無線信号に変換される。その出力信号は、可変周波数選択型カプラ154により多重され、E/O156によりサブキャリア光伝送で統括局140又は他のBSに伝送される。

統括局140は、各BSからの光信号は、O/E147により周波数多重され

た無線信号に変換され、周波数選択型カプラ 145 によりそれぞれの周波数毎に分波され、それぞれの出力は周波数可変エントランス DEM 143 により、デジタル信号に復調される。

ここで、MS 1 が BS 3 と通信している場合、統括局 140 は、その情報を周波数 f_{BS3} のエントランス用周波数で変調し、サブキャリア光伝送によって、BS 3 に送信している。

その際、MS 1 が移動することにより BS 4 と通信を始めても、統括局 140 は、周波数 f_{BS3} のエントランス用無線信号で、サブキャリア光伝送によって、BS 4 に送信する。

一方、BS 4 は、可変周波数選択型カプラ 154 の分波周波数を f_{BS3} になるように制御して、統括局 140 からの周波数 f_{BS3} のエントランス用無線信号を受信する。

これにより、周波数の切り替え操作を行うことなく BS 3 から BS 4 に信号の送り先を変更することが可能となり、BS の切り替えが実現する。

次いで、図 12 及び 13 を用いて、本発明の実施の形態 7 について説明する。

図 12 及び 13 は、本発明の実施の形態 7 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

本実施形態は、通信ネットワークがクラスタ状に構築された場合において、無線通信端末 (MS) が、クラスタ 1 からクラスタ 2 へローミングする場合を示し、

図 12 は上り回線の制御、図 13 は下り回線の制御の様子をそれぞれ示す。

図 12 で、MS 1 が、クラスタ 1 の BS 6 と通信しているとき、BS 6 は、MS 1 からの情報を波長 λ_{MS1} でクラスタ統括局 1 に送信している。

その際、MS 1 が移動することにより、クラスタを変更し、クラスタ 2 の BS 2 と通信を始めた場合を考える。本実施例ではこの場合、クラスタ 1 のクラスタ統括局 1 は、MS 1 からの信号を、移動前の BS 6 が送信していた波長と同じ波長 λ_{MS1} で、クラスタ 2 のクラスタ統括局 2 に向けて、統括局 160 に送信する。

統括局 160 では、クラスタ 2 で、波長 λ_{MS1} を使用していなければ、クラスタ統括局 1 からの波長 λ_{MS1} に乗せられた MS 1 の信号を、そのまま、波長変換せずに中継して、クラスタ統括局 2 に送信する。

一方、クラスタ2で、波長 λ_{MS1} を使用していれば、統括局160は、クラスタ統括局1からの波長 λ_{MS1} を、クラスタ2で使用していない波長 λ_{MS1} に波長変換して、クラスタ統括局2に送信する。

また、MS1が移動したクラスタ2のBS2は、MS1からの信号を、移動前
5 のクラスタ1のBS6が、クラスタ統括局1に送信していた波長と同じ波長 λ_{MS1} で、クラスタ統括局2に送信する。なお、クラスタ2で、波長 λ_{MS1} を使用していれば、クラスタ2のBS2は、クラスタ2で使用していない波長 λ_{MS1} で、クラスタ統括局2に送信する。

これにより、無線通信端末は、クラスタと基地局を切り替えることができる。
10 また、これにより、シームレスなクラスタ間のハンドオーバーを実現することができる。

図13で、MS1が、クラスタ1のBS6と通信しているとき、BS6は、クラスタ統括局1からの情報を波長 λ_{MS1} で受信している。

その際、MS1が移動することにより、クラスタを変更し、クラスタ2のBS
15 2と通信を始めた場合を考える。本実施例ではこの場合、クラスタ1のクラスタ統括局1は、MS1向けの信号を、移動前のBS6へ送信していた波長と同じ波長 λ_{MS1} で、クラスタ2のBS2に向けて、統括局160に送信する。

統括局160では、クラスタ2で、波長 λ_{MS1} を使用していなければ、クラスタ統括局1からの波長 λ_{MS1} に乗せられたMS1の信号を、そのまま、波長変換
20 せずに中継として、クラスタ統括局2に送信する。

一方、クラスタ2で、波長 λ_{MS1} を使用していれば、統括局160は、クラスタ統括局1からの波長 λ_{MS1} を、クラスタ2で使用していない波長 λ_{MS1} に波長変換して、クラスタ統括局2に送信する。

クラスタ統括局2は、MS1向けの信号を波長 λ_{MS1} 又は波長 λ_{MS1} により移動
25 先のBS2に送信する。BS2は、アクセス系無線（BSと無線通信端末間の無線通信）周波数に変換して、MS1へ無線伝送する。

これにより、無線通信端末は、クラスタと基地局を切り替えることができる。
また、これにより、シームレスなクラスタ間のハンドオーバーを実現することができる。

なお、上記実施の形態1乃至7において、合波用と分波用にWDMカプラを分けて説明した箇所（例えば、図4、図6、図8）があるが、合波機能用と分波用機能とに着目したものであって、一つのWDMカプラで、両機能を有するものを使用してもよい。

- 5 なお、複数の基地局とそれを統括する統括局間を、エントランス用無線信号でサブキャリア光伝送により接続する代わりに、移動通信用無線信号でサブキャリア光伝送により接続することも可能である。

- 10 以上説明したように、本発明の実施の形態1乃至7によれば、複数の基地局がそれを統括する統括局が波長多重伝送で接続されている無線基地局ネットワークシステムにおいて、基地局と無線通信端末の通信に対し波長を割り当てし、携帯端末が移動することにより基地局の切り替えが生じた場合に、基地局や統括局で情報を伝送する光信号の波長を制御することで、統括局では切り替え操作が不要となり、制御を簡単化することができる。

- 15 また、サブキャリア光伝送と組み合わせ、そのサブキャリアの周波数を制御することで同様の効果を得ることができる。

さらに、クラスタ型ネットワークに適用することで、拡張性の高い無線基地局ネットワークシステムを実現できると共に、無線通信端末がクラスタ間をローミングすることもできる。

- 20 次いで、図14及び15を用いて、本発明の実施の形態8について説明する。
図14は、本発明の実施の形態8に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。

- 25 ソフトハンドオーバーを実行中、統括局は、同一の移動局から送信された信号を、2つの基地局において変換された光信号としてそれぞれを同時に受信し、両者を監視することによりハンドオーバーを行う。ここで、前述の実施形態1乃至7によれば、光信号に変換される基地局によって統括局201へ到達する時間が異なるにもかかわらず、両光信号が同一の波長を有するために、同一の受信器で受信され、両信号間に干渉を生じ、通信の確立が困難になるおそれがある。そこで、本実施形態では、光受信装置の後段において等化合成処理を行うようにする。

図14において、統括局201と、複数の基地局（ここでは、例としてBS1

～BS 7とする)とは光ファイバ回線でループ状に接続されている。ここでは、例えばWDMが適用されている。各基地局はセル毎に設けられ、各セル内に位置する無線通信端末との無線通信を管轄する。光ファイバの種類・性能、及び基地局間距離は任意でよい。又、ここでは、統括局及び各基地局は光信号を波長多重

5 伝送方式で相互に通信するものとする。

統括局201は、制御部202と、MUX/DEMUX203と、波長可変光源204と、WDMカプラ205と、光受信装置206と、ダイバーシチ等化部207とを有する。

10 制御部202は、統括局201によって管理される基地局(BS1～BS7)ネットワークと外部の通信ネットワーク(ここでは、バックボーンネットワークとする)との間の通信を制御する。

MUX/DEMUX203は、バックボーンネットワークから受信した多重化された信号の分離及びバックボーンネットワークへ送信する信号の多重化を行う。

15 波長可変光源204(ここでは、N種類の波長:1、2、・・・N、に対応)は、電気信号である送信信号を送信先の移動局毎に固有の任意の波長の光信号に変換する。ここでは、各移動局に一波長が割り当てられ、波長可変光源も波長毎に、即ち想定される最大許容移動局数だけ設けられているものとする。

WDMカプラ205は、波長の異なる送信光信号を合波処理し、又、受信した合波光信号を波長毎に分波する。

20 光受信装置206は、複数の光受信器から成り、波長毎に分波された光信号を受信し、それぞれ電気信号に変換する。ここでは、各移動局に一波長が割り当てられ、光受信器も波長毎に、即ち想定される最大許容移動局数だけ設けられているものとする。即ち、同一の移動局から送信された信号が変換されて成る光信号は、いずれの基地局から送信された光信号であっても、同一の受信器によって電
25 気信号に変換される。

ダイバーシチ等化部207は、光受信装置206の後段に設けられ、電気信号に変換された受信信号のうち、元々の送信元が同一の移動局である信号に対して、即ち統括局201に入力された段階で同一波長を有する光信号であった受信信号に対して、等化合成処理を施し、到着に時間差のある信号を等化处理する。

次いで、各基地局の構成を基地局BS2を例に示す。なお、いずれの基地局も同様の構成であるものとする。各基地局は、WDMカプラ208と、光受信器209と、アクセス系無線送受信部210と、アンテナ211と、無線送受信器212と、アクセス系MODEM213と、波長可変光源214とを有する。

- 5 WDMカプラ208は、統括局201から送信された合波光信号の中から自局宛の波長の光信号を分波して取り込み、又、統括局201へ送信する光信号を合波する。

光受信器209は、WDMカプラ208によって取り込まれた光信号を受信し、電気信号に変換する。

- 10 アクセス系無線送受信部210は、アンテナ211を介して移動局と無線通信を行う無線送受信器212と、送受信信号の変復調を行うアクセス系MODEM213とを有する。

波長可変光源214は、移動局から受信された電気信号を受信し、その移動局に固有の波長を有する光信号に変換する。

- 15 ここで、上記構成の動作を説明する前に、図15を用いて、前述の、ハンドオーバー時に生じ得る干渉について説明する。図15は、統括局においてダイバーシチ等化部を設けなかった場合に生じ得る干渉の原因となる時間差について説明するための概略図である。図15では、簡略化のため、移動局MSが、基地局BS1と基地局BS2との間でハンドオーバー状態となり、移動局MSから送信された信号は、基地局BS1を経由した場合、基地局BS2及び基地局BS3を順に経過して統括局201へ到達するものとし（以下、ルートr1という）、基地局BS2を経由した場合、基地局BS3を経由して統括局へ到達するものとする（以下、ルートr2という）。

- 25 統括局201は、ルートr1を通ってきた信号と、ルートr2を通ってきた信号との同時に受信し、両者の回線品質を監視・比較し、ソフトハンドオーバーを行う。

なお、ここでは、簡略化のため、基地局BS1～BS3におけるカプラ208及びアンテナ211以外の信号の送受信に必要な構成はまとめて無線回路部301で表すものとする。

ここで、図15に示すように、信号を移動局MSから基地局BS1まで転送するのに要する時間を t_1 、信号を移動局MSから基地局BS2まで転送するのに要する時間を t_2 、ルート r_1 を通る信号を基地局BS1から基地局BS2まで転送するのに要する時間を t_{12} 、ルート r_1 及び r_2 を通る信号を基地局BS2から統括局201まで転送するのに要する時間を t とすると、ルート r_1 を通る場合に要するトータル転送時間は $t + t_1 + t_{12}$ と表すことができ、ルート r_2 を通る場合に要するトータル転送時間は $t + t_2$ と表すことができる。

よって、同じ移動局MSから送信された信号でも、ルート r_1 を通る信号とルート r_2 を通る信号との間に、統括局201への到達時間につき時間差 $\Delta t = |(t_1 + t_{12}) - t_2|$ を生じることとなる。

ここで、転送時間 t_1 、 t_2 、及び t_{12} は、移動局MSの位置や基地局BSの置局状況、及びその他の通信環境要因により常に変動する値である。従って、上記時間調整は困難である。

前述のように、ルート r_1 を通る信号もルート r_2 を通る信号も同一の波長を有するため、上記時間差の結果、統括局の光受信器において双方が相互に干渉となる。よって、ルート r_1 経由信号及びルート r_2 経由信号の同時受信及び回線品質監視によりソフトハンドオーバーは実行できるものの、ソフトハンドオーバー実行中の通信の確立・維持が困難となるおそれが生じ得る。

このような弊害が生じるおそれを防止するために設けられたのが統括局におけるダイバーシチ等化部207であり、同一波長を有する光信号が受信された場合、光受信装置206によって電気信号に変換された後、それら変換後の受信信号は等化合成処理される。この処理によって、遅延波を含め等化合成されるため、前述の干渉の発生を防ぐことができる。又、ダイバーシチ効果も得られ、通信品質が向上する。

次いで、図14に示された無線通信システムの動作について説明する。なお、ここで、移動局MS1、MS2を考えるものとし、移動局MS1に割り当てられた固有の波長を λ_{MS1} 、移動局MS2に割り当てられた固有の波長を λ_{MS2} とする。

今、移動局MS1が基地局BS3の管轄するセル内に位置するものとする。バ

ックボーンネットワークを経由して送信されてきた移動局MS 1への送信信号は、まず統括局201の制御部202によって受信され、MUX/DEMUX 203に送られる。

- 次いで、移動局MS 1への送信信号は、MUX/DEMUX 203によって分離され、波長可変光源204によって波長 λ_{MS1} を有する光信号に変換される。

次いで、移動局MS 1への送信信号は、WDMカプラ205によって他の波長の光信号と合波され、統括局201から送信される。

このようにして無線基地局ネットワークを経由した移動局MS 1への送信信号は、基地局BS 3のWDMカプラ208によって分波され、取り込まれる。

- 10 次いで、移動局MS 1への送信信号は、光受信器209によって電気信号に変換され、アクセス系無線送受信部210のアクセス系MODEM 213によって変調され、無線送受信器212によってアンテナ211を経由して移動局MS 1へ送信される。

- 一方、移動局MS 1から送信された信号は、まず基地局BS 3のアンテナ211を経由してアクセス系無線送受信部210の無線送受信器212によって受信され、アクセス系MODEM 213によって復調され、波長可変光源214へ送られる。

- 次いで、移動局MS 1からの送信信号は、波長可変光源214によって波長 λ_{MS1} を有する光信号に変換され、WDMカプラ208によって合波され、波長多重伝送により統括局201へ送信される。

- 20 次いで、移動局MS 1からの送信信号は、統括局201のWDMカプラ205によって分波され、取り込まれる。

- 次いで、移動局MS 1からの送信信号は、光受信装置206のMS 1用の光受信器、即ち波長 λ_{MS1} 用の光受信器によって、電気信号に変換され、ダイバーシチ等化器207に送られる。

25 次いで、移動局MS 1からの送信信号は、同一波長の信号に時間差を持って到達する成分が存在すれば、ダイバーシチ等化器207によって等化合成処理され、MUX/DEMUX 203へ送られる。

次いで、移動局MS 1からの送信信号は、MUX/DEMUX 203によって

多重化され、制御部 202 を介してバックボーンネットワークへ送られる。

ここで、移動局 MS 1 が基地局 BS 3 の管轄するセルから基地局 BS 4 の管轄するセルに移動する場合について考える。前述のように、ハンドオーバー中、基地局 BS 3 及び基地局 BS 4 は移動局 MS 1 から受信した信号を共に波長 λ_{MS1}

- 5 を有する光信号に変換して統括局 201 へ送信する。

統括局 201 は、ハンドオーバー実行のため、基地局 BS 3 及び基地局 BS 4 をそれぞれ経由してきた信号を同時に受信し、それぞれの回線品質を監視する。

- 10 ここで、基地局 BS 3 から送信された波長 λ_{MS1} を有する光信号及び基地局 BS 4 から送信された波長 λ_{MS1} を有する光信号は、前述のように常に変動する時間差を持って統括局 201 へ到達する。

受信された波長 λ_{MS1} を有する光信号は、いずれの基地局から送信されたものもすべて同一の光受信器によって電気信号に変換される。

- 15 電気信号に変換されたハンドオーバー中の移動局 MS 1 から受信した信号は、前述の通り、ダイバーシチ等化部 207 によって遅延波まで含めて等化合成処理される。

このようにハンドオーバー中の移動局 MS 1 から送信された信号を、いずれの基地局を経由したかにかかわらずすべて等化合成処理することによって、統括局への到達時間差による干渉を除去し、又、ダイバーシチ効果を得ることもできる。

- 20 よって、移動局がハンドオーバー中には、移動局から送信された信号をハンドオーバーのための回線状況監視のため同時に受信しつつ、ハンドオーバー先の候補となっている基地局のいずれか一局から送信された信号のみを受信信号として扱うとするのではなく、候補基地局すべてから送信された信号を等化合成処理することによって、ハンドオーバー中にも移動局の位置の移動やその他の通信環境要因にかかわらず通話品質を維持することができる。

- 25 なお、ここでは、ダイバーシチ等化部 207 が、ハンドオーバー中の移動局が送信したすべての信号を等化処理する場合について述べたが、通信品質の更なる向上のため、既知の態様及び方法により取捨選択された受信信号のみを等化合成処理するようにしてもよい。

次いで、図 16 を用いて、本発明の実施の形態 9 について説明する。図 16 は、

本発明の実施の形態 9 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。本実施形態は、実施の形態 8 と概ね同様の構成を採り、但し統括局の管理する複数の基地局を含む通信ネットワークにおける伝送方式に波長多重伝送方式の代わりにサブキャリア光伝送方式を用いるものである。

- 5 図 1 6 において、周波数可変エントランス MOD 4 0 1 は、MUX/DEMUX 2 0 3 によって分離された信号をエントランス用無線信号に変調する。エントランス用無線信号の周波数は、移動局毎に一周波数が割り当てられ、ここでは移動局が N 個あるものとして、周波数 $f_{MS1} \sim f_{MSN}$ を採るものとする。

- 10 周波数選択型カプラ 4 0 2 は、送信先の移動局毎に異なる周波数を有するように変換されたエントランス用無線信号を周波数多重処理し、又、受信した周波数多重された信号の中から自局宛の周波数を有する信号を分波し、取り込む。

E/O 4 0 3 は、周波数多重された信号を光信号のサブキャリアに乗せ、通信ネットワークにサブキャリア光伝送方式で送信する。

- 15 O/E 4 0 4 は、受信した光信号を周波数多重された無線信号に変換する。周波数可変エントランス DEM 4 0 5 は、エントランス用無線信号を復調する。

エントランス MODEM 4 0 6 は、取り込まれたエントランス用無線信号を復調し、移動局から受信した信号をエントランス用無線信号に変調する。

- 20 このように伝送方式がサブキャリア光伝送方式に替わっても、ハンドオーバー中の処理に何ら変更は無く、分波後の受信信号をダイバーシチ等化部 2 0 7 によって等化合成処理することにより、実施の形態 8 と同様の効果を得ることができる。

又、統括局及び各基地局を光受信器及び波長可変光源を省く構成とすることが可能となり、構成及び／若しくは処理工程の縮小という効果も得られる。

- 25 次いで、図 1 7 を用いて、本発明の実施の形態 1 0 について説明する。図 1 7 は、本発明の実施の形態 1 0 に係る無線通信システムの概略を部分的に示す図である。本実施形態は、実施の形態 9 と概ね同様の構成を採り、但しエントランス用無線信号の代わりにアクセス系無線信号を用いるものである。

図 1 7 において、周波数可変アクセス系 MOD 5 0 1 は、MUX/DEMUX 2 0 3 によって分離された信号をアクセス系無線信号に変調する。アクセス系無

線信号の周波数は、移動局毎に一周波数が割り当てられ、ここでは移動局がN個あるものとして、周波数 $f_{MS1} \sim f_{MSN}$ を採るものとする。周波数可変アクセス系 DEM502 は、アクセス系無線信号を復調する。

- 5 このように、サブキャリア光伝送方式において、サブキャリアに乗せる前の段階の無線信号を各基地局が移動局と無線通信を行う際に用いるアクセス系無線信号とすることによって、各基地局をアクセス系無線信号の変復調器を省く構成とすることが可能となり、実施の形態11よりも更に基地局の構成及び／若しくは処理工程を縮小できるという効果が得られる。なお、本実施の形態によっても実施の形態8と同様の効果を得られることは明らかである。

- 10 なお、実施の形態9及び10においては、光信号のサブキャリアに乗せる信号を周波数多重する場合（即ちFDMA）について述べたが、他の方式、例えば時分割多重（TDMA）、符号分割多重（CDMA）などの方式、であってもよい。その場合、統括局及び各基地局における分波する手段は、それぞれの方式に対応したものとなる。

- 15 又、上記実施の形態においては、統括局の管理する通信ネットワーク内において、複数の基地局がループ状に接続されている場合について主に述べたが、本発明に係る基地局ネットワークは、図18に示すようなメッシュ状であってもよく、実施の形態7に一例を示したように、図19に示すようなクラスタ型であってもよい。

- 20 図に示すように、図18の場合、基地局BS5が統括局601となり、図19の場合、各クラスタをそれぞれ統括するクラスタ統括局701、及び複数のクラスタ統括局701を統括する統括局702が存在する。いずれの統括局も実施の形態8乃至10で述べた統括局に相当する。

- 25 又、上記すべての実施形態において、ハンドオーバーするのは当然ながら移動局である無線通信端末に限られるが、本発明に係る無線基地局ネットワークと直接若しくは統括局を通じて無線基地局ネットワークと接続された外部通信ネットワーク経由して通信するそれ以外の通信端末は、移動無線端末に限られず、パソコンなどの固定有線端末でもよく、PDAなどの移動有線端末でもよく、無線LANなどの固定無線端末でもよい。

又、上記すべての実施形態において、光信号を分波及び合波する装置として主にWDMカプラを例に挙げて説明したが、本発明は光信号を波長毎に分波及び合波することが可能な装置であれば、WDMカプラに限られず、任意の構成・構造を有する装置を用いることが可能であり、例えば、OADM (Optical Add-Drop Multiplexer) や、AOTF (Acoustic Optical Tunable Filter) などの可変波長フィルタなどから構成される装置を用いることも可能である。

以上説明したように、本発明に係る無線基地局ネットワークシステムによれば、基地局が統括局に光ファイバ回線を介して送信する光信号の波長は移動局毎に固有であるため、移動局がハンドオーバー中の場合であっても、統括局では一つの光受信器で受信することができる。よって、従来技術と比べて選択スイッチを省く構成をすることができるため、構成及び処理工程を軽減することが可能となる。

又、統括局において、光受信器の後段に等化合成処理手段を設けることによって、統括局が異なる基地局から同一波長の光信号を受信しても、それらが相互に干渉することを防ぐことができ、更にダイバーシチ効果を得ると共に、ソフトハンドオーバー中の移動局の通信品質を向上させることができる。

請 求 の 範 囲

1. 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局とが光ファイバで波長多重伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおいて、
 - 5 前記基地局は、所定の波長の光信号を送信する波長可変送信器と、前記波長可変送信器からの光信号を波長多重伝送するために合波する光カプラを具備し、
前記統括局は、波長多重伝送された光信号の波長を受信する複数の光受信器と、複数の前記基地局より波長多重伝送されてきた光信号を各波長にそれぞれ前記光受信器に分波する光カプラを具備し、
 - 10 前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信する基地局を変更した場合、
無線通信端末が移動した先の基地局は、前記波長可変送信器の波長を制御し、移動前の基地局が送信した光信号波長と同一の光信号波長で、前記統括局に送信する無線基地局ネットワークシステム。
 - 15
 2. 請求項 1 記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、
前記基地局に設けた光カプラは、波長多重伝送される複数の波長の光信号から、特定の波長のみを分波し、前記基地局は、前記光カプラにより分波された光信号を受信する光受信器を具備し、
 - 20 前記統括局は、波長多重伝送のための光信号を送信する複数の波長可変光送信器を具備し、前記統括局に設けた光カプラは、前記複数の波長可変光送信器からの光信号を波長多重伝送するために合波し、
前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信する基地局を変更した場合、
 - 25 前記統括局は、前記波長可変送信器の波長を制御し、無線通信端末が移動した先の基地局向けの光波長に変更して、移動した先の基地局に送信することを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。
 3. 請求項 1 記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

前記基地局に設けた光カプラは、可変光カプラであって、波長多重伝送された複数の波長の光信号から分波する波長を可変とし、前記基地局は、前記可変光カプラにより分波された光信号を受信する光受信器を具備し、

5 前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信する基地局を変更した場合、

前記統括局は、無線通信端末が通信する基地局を変更しても、基地局へ送信する光信号の波長は変更せずに送信し、移動した先の基地局は、前記可変光カプラにより、統括局からの光信号の波長を分波して受信することを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

10

4. 請求項 1 乃至 3 のいずれか一記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

15 前記基地局は、前記無線通信端末から受信した無線信号を復調してデジタル信号に変換する移動通信用無線信号復調器と、前記移動通信用無線信号復調器により変換された前記統括局向けのデジタル信号が波長多重伝送された光信号に変換する光送信器と、前記統括局からのデジタル信号が波長多重伝送されている光信号を受信してデジタル信号に変換する光受信器と、前記光受信器により変換されたデジタル信号を移動通信用無線周波数信号に変換する移動通信用無線信号変調器とを具備し、

20 前記統括局は、前記基地局から受信したデジタル信号が波長多重伝送されている光信号をデジタル信号に変換する光受信器と、基地局向けのデジタル信号が波長多重伝送されたデジタル信号の光信号に変換する光送信器とを具備することを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

25 5. 請求項 1 乃至 3 のいずれか一記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

前記基地局は、前記無線通信端末から受信した移動通信用無線信号を復調してデジタル信号に変換する移動通信用無線信号復調器と、前記移動通信用無線信号復調器により変換されたデジタル信号をエントランス用無線信号に変換する

- エントランス用無線信号変調器と、前記エントランス用無線信号変調器により変換されたエントランス用無線信号をサブキャリア光伝送するために光信号に変換する光送信器と、サブキャリア光伝送されたエントランス用無線信号を電気信号に変換する光受信器と、電気信号に変換されたエントランス用無線信号をデジタル信号に変換するエントランス用無線信号復調器と、前記エントランス用無線信号復調器により変換されたデジタル信号を移動通信用無線周波数信号に変換する移動通信用無線信号変調器とを具備し、

- 前記統括局は、前記基地局が送信したエントランス用の無線信号でサブキャリア光伝送された光信号を電気信号に変換する光受信器と、電気信号に変換されたエントランス用無線信号をデジタル信号に変換するエントランス用無線信号復調器と、基地局向けのデジタル信号をエントランス用無線信号に変換するエントランス用無線信号変調器と、前記エントランス用無線信号変調器により変換されたエントランス用無線信号をサブキャリア光伝送するために光信号に変換する光送信器とを具備することを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

15

6. 請求項1乃至3のいずれか一記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

- 前記基地局は、前記無線通信端末から受信した無線信号をサブキャリア光伝送するために光信号に変換する光送信器と、前記統括局から受信した移動通信用無線周波数信号がサブキャリア光伝送されている光信号を電気信号に変換する光受信器とを具備し、

- 前記統括局は、前記基地局から受信した移動通信用無線周波数信号がサブキャリア光伝送されている光信号を電気信号に変換する光受信器と、電気信号に変換された移動通信用無線周波数信号をデジタル信号に変換する移動通信用無線信号復調器と、基地局向けのデジタル信号を移動通信用無線周波数信号に変換する移動通信用無線信号復調器と、前記移動通信用無線信号復調器により変換された移動通信用無線周波数信号をサブキャリア光伝送された光信号に変換する光送信器とを具備することを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

7. 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバでサブキャリア光伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおいて、

前記基地局は、前記無線通信端末から受信した移動通信用無線信号を復調して
5 デジタル信号に変換する移動通信用無線信号復調器と、前記移動通信用無線信号復調器により変換されたデジタル信号をエントランス用無線信号に変換する周波数可変エントランス用無線信号変調器と、統括局又は他の基地局から伝送された、サブキャリア光伝送されたエントランス用無線信号を電気信号に変換する光受信器と、前記光受信器の出力と前記周波数可変エントランス用無線信号変調器の出力を合波するカップラとを具備し、
10

前記統括局は、エントランス用無線信号がサブキャリア光伝送されている光信号を電気信号に変換する光受信器と、前記光受信器の出力を周波数毎に分波する周波数選択型カップラと、前記周波数選択型カップラにより分波されたそれぞれのエントランス用の無線信号をデジタル信号に変換するエントランス用無線信号復調器とを具備し、
15

前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信する基地局を変更した場合、

無線通信端末が移動した先の基地局は、前記周波数可変エントランス用無線信号変調器のキャリア周波数を制御し、移動前の基地局が送信したエントランス用無線信号周波数と同一のエントランス用無線信号周波数で、前記統括局に送信する無線基地局ネットワークシステム。
20

8. 請求項7記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

前記基地局は、サブキャリア光伝送されたエントランス用無線信号を電気信号
25 に変換する光受信器と、前記光受信器の出力から所定の周波数信号を分波する周波数選択型カップラと、前記周波数選択型カップラが分波したエントランス用無線信号をデジタル信号に変換するエントランス用無線信号復調器と、前記エントランス用無線信号復調器により変換されたデジタル信号を移動通信用無線周波数信号に変換する移動通信用無線信号変調器とを具備し、

- 前記統括局は、基地局向けのデジタル信号をエントランス用の無線信号に変換する周波数可変エントランス用無線信号変調器と、前記周波数可変エントランス用無線信号変調器の出力を合波するカプラと、前記エントランス用無線信号変調器により変換されたエントランス用無線信号をサブキャリア光伝送するために
- 5 光信号に変換する光送信器とを具備し、

前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信する基地局を変更した場合、

- 前記統括局は、基地局向けのデジタル信号をエントランス用無線信号に変換する前記周波数可変エントランス用無線信号変調器のキャリア周波数を制御し、
- 10 無線通信端末が移動した基地局向けのエントランス用無線周波数に変更すること
- を特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

9. 請求項7記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

- 前記基地局は、サブキャリア光伝送された複数周波数のエントランス用無線信号を電気信号に変換する光受信器と、所定の周波数のみを分波する可変周波数選択型カプラと、前記可変周波数選択型カプラにより分波された電気信号を移動通信用無線周波数信号に変換する移動通信用無線信号変調器とを具備し、
- 15

- 前記統括局は、基地局向けのデジタル信号をエントランス用無線信号に変換する複数のエントランス用無線信号変調器と、前記複数のエントランス用無線信号変調器からの電気信号を多重するカプラと、前記カプラの出力をサブキャリア光伝送するために光信号に変換する光送信器とを具備し、
- 20

前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信する基地局を変更した場合、

- 前記統括局は、無線通信端末が通信する基地局を変更しても、周波数可変エントランス用無線信号変調器のキャリア周波数を変更せずに送信し、
- 25

無線通信端末が移動した先の基地局は、前記可変周波数選択型カプラの分波周波数を、移動前の基地局向けのエントランス用無線信号周波数に変更すること特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

10. 請求項1乃至9のいずれか一記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバにより接続されている無線基地局ネットワークシステムは、ループ状に構成されている

5 ことを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

11. 請求項1乃至9のいずれか一記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

10 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバにより接続されている無線基地局ネットワークシステムは、メッシュ状に構成されていることを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

12. 請求項1乃至9のいずれか一記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

15 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバにより接続されている無線基地局ネットワークシステムは、クラスタ型無線基地局ネットワークであることを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

13. 請求項12記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、

20 前記クラスタ統括局を統括する上位統括局を有し、

前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信するクラスタを変更した場合、

25 移動前のクラスタ統括局は、上位統括局を介して、移動後のクラスタ統括局に前記無線通信端末からの信号を、移動前の基地局が送信していた光信号の波長と同じ波長で送信し、

移動後のクラスタの基地局は、前記無線通信端末からの信号を、移動前の基地局が送信していた光信号の波長と同じ波長で移動後のクラスタ統括局に送信することを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。

- 1 4. 請求項 1 2 記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、
前記クラスタ統括局を統括する上位統括局を有し、
前記基地局と通信する無線通信端末が移動して、通信するクラスタを変更した場合、
- 5 移動前のクラスタ統括局は、上位統括局及び移動後のクラスタ統括局を介して、
前記無線通信端末への信号を移動後のクラスタ基地局に、移動前の基地局に送信
していた光信号の波長と同じ波長で送信し、また、移動後のクラスタ統括局は、
前記無線通信端末への信号を移動後のクラスタ基地局に、移動前の基地局に送信
していた光信号の波長と同じ波長で送信することを特徴とする無線基地局ネット
10 ワークシステム。
- 1 5. 請求項 1 3 又は 1 4 記載の無線基地局ネットワークシステムにおいて、
前記上位統括局は、光波長変換手段を有し、
前記上位統括局は、移動後のクラスタにおいて、移動前の基地局に送信してい
15 た光信号の波長を使用している場合は、上記波長変換手段により、移動後のクラ
スタで使用していない光信号の波長に変換して、移動後のクラスタのクラスタ統
括局に送信することを特徴とする無線基地局ネットワークシステム。
- 1 6. 無線通信端末と通信する複数の基地局と、該各基地局を統括的に制御し、
20 外部通信ネットワークと通信する統括局と、前記各基地局及び前記統括局を接続
する光ファイバ回線とを有し、
前記各基地局は、無線通信端末から送信された信号を受信し、該受信信号を光
信号に変換し、光ファイバ回線を介して前記統括局へ送信する無線基地局ネット
ワークシステムにおいて、
- 25 前記各基地局は、無線通信端末から送信された信号を発信元の無線通信端末毎
に固有に割り当てられた波長を有する光信号に変換する信号変換手段を有し、
前記統括局は、同一の無線通信端末から送信された信号が、少なくとも 2 つの
基地局によって受信され、それぞれ前記信号変換手段によって同一の波長を有す
る光信号に変換されて成る光信号を、光ファイバ回線を介して同時に受信し、電

気信号に変換して出力する光信号受信手段と、該出力信号を等化合成処理する等化合成処理手段とを有する無線基地局ネットワークシステム。

17. 前記各基地局及び前記統括局はループ状に接続されていることを特徴とする請求項16記載の無線基地局ネットワークシステム。

18. 前記各基地局及び前記統括局はメッシュ状に接続されていることを特徴とする請求項16記載の無線基地局ネットワークシステム。

19. 前記各基地局及び前記統括局はクラスタ状に接続されていることを特徴とする請求項16記載の無線基地局ネットワークシステム。

20. 前記各基地局及び前記統括局の間の通信は波長多重伝送方式で行われることを特徴とする請求項16乃至19のいずれか一記載の無線基地局ネットワークシステム。

21. 前記各基地局及び前記統括局の間の通信はサブキャリア光伝送方式で行われ、各サブキャリア光信号にはエントランス用無線信号を周波数多重した信号が乗せられることを特徴とする請求項16乃至19のいずれか一記載の無線基地局ネットワークシステム。

22. 前記各基地局及び前記統括局の間の通信はサブキャリア光伝送方式で行われ、各サブキャリア光信号には各基地局が無線通信端末との無線送受信に用いるアクセス系無線信号を周波数多重した信号が乗せられることを特徴とする請求項16乃至19のいずれか一記載の無線基地局ネットワークシステム。

23. 無線通信端末と通信する複数の基地局と、光ファイバ回線とを含む無線基地局ネットワークシステムを統括する統括局であって、

同一の無線通信端末から送信された信号が、少なくとも2つの基地局によって

受信され、それぞれ前記信号変換手段によって発信元の無線通信端末毎に固有に割り当てられた波長を有する光信号に変換されて成る光信号を、光ファイバ回線を介して同時に受信し、電気信号に変換して出力する光信号受信手段と、

該出力信号を等化合成処理する等化合成処理手段とを有することを特徴とする

5 統括局。

24. 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバでそれぞれ波長多重伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおける基地局切替方法において、

- 10 前記基地局が前記統括局に送信する送信波長は、無線通信端末との通信開始時に設定し、前記送信波長は、前記無線通信端末が通信している間は固定し、

前記無線通信端末が、移動して通信する基地局が変わっても、新しい基地局から統括局へは、上記無線通信端末に設定された送信波長により、前記無線通信端末の情報を送信する基地局切替方法。

15

25. 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバでそれぞれ波長多重伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおける基地局切替方法において、

前記統括局は、波長可変送信器を有し、

- 20 前記統括局が前記基地局に送信する送信波長は、基地局毎に設定し、前記無線通信端末が、移動して通信する基地局を変更した場合、統括局は、前記波長可変送信器の波長を制御して、変更後の基地局に設定された送信波長により、前記無線通信端末への情報を、変更後の基地局に送信する基地局切替方法。

- 25 26. 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバでそれぞれ波長多重伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおける基地局切替方法において、

前記統括局が前記基地局に送信する送信波長は、基地局毎に設定し、前記無線通信端末が、移動して通信する基地局を変更した場合、前記統括局は、移動後の

基地局に、移動前の基地局に設定された送信波長により、前記無線通信端末の情報を送信する基地局切替方法。

27. 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバ
5 でサブキャリア光伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおける基地局切替方法において、

前記基地局が前記統括局にサブキャリア光伝送するエントランス用無線信号は、無線通信端末との通信開始時に設定し、前記エントランス用無線信号は、前記無線通信端末が通信している間は固定し、

- 10 前記無線通信端末が、移動して通信する基地局が変わっても、新しい基地局から統括局へは、上記無線通信端末に設定されたエントランス周波数信号により、前記無線通信端末の情報をサブキャリア光伝送する基地局切替方法。

28. 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバ
15 でサブキャリア光伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおける基地局切替方法において、

前記統括局が前記基地局に送信するエントランス用無線信号は、基地局毎に設定し、

- 20 前記無線通信端末が、移動して通信する基地局を変更した場合、統括局は、変更後の基地局に設定されたエントランス用無線信号により、前記無線通信端末への情報を、変更後の基地局にサブキャリア光伝送する基地局切替方法。

29. 複数のセルに配置された基地局と、それを統括する統括局が光ファイバ
25 でサブキャリア光伝送により接続されている無線基地局ネットワークシステムにおける基地局切替方法において、

前記統括局が前記基地局に送信するエントランス用無線信号は、基地局毎に設定し、

前記無線通信端末が、移動して通信する基地局を変更した場合、新しい基地局から統括局へは、移動前の基地局に設定されたエントランス周波数信号により、

前記無線通信端末の情報をサブキャリア光伝送する基地局切替方法。

30. 無線通信端末と通信する複数の基地局と、該各基地局を統括的に制御し、外部通信ネットワークと通信する統括局と、前記各基地局及び前記統括局を接続する光ファイバ回線とを有する無線基地局ネットワークシステムにおける信号処理方法において、

前記各基地局は、無線通信端末から送信された信号を受信し、発信元の無線通信端末毎に固有に割り当てられた波長を有する光信号に変換し、光ファイバ回線を介して前記統括局へ送信する工程と、

- 10 前記統括局は、少なくとも2つの基地局によって受信され、同一の波長を有する光信号に変換された同一の無線通信端末から送信された信号を、光ファイバ回線を介して同時に受信し、電気信号に変換し、等化合成処理する工程とを有する信号処理方法。

- 15 31. 請求項30記載の信号処理方法に従って信号処理が為される際のハンドオーバー制御方法において、

統括局が同時に受信した同一波長を有する受信光信号の示す回線状況をそれぞれ監視し、この監視結果に基づいてハンドオーバー処理の終了の可否を決定する工程と、

- 20 統括局が前記等化合成処理された信号に基づいて前記ハンドオーバー中の無線通信端末との通信を確立させ、又は維持させる工程とを有することを特徴とするハンドオーバー制御方法。

FIG. 1

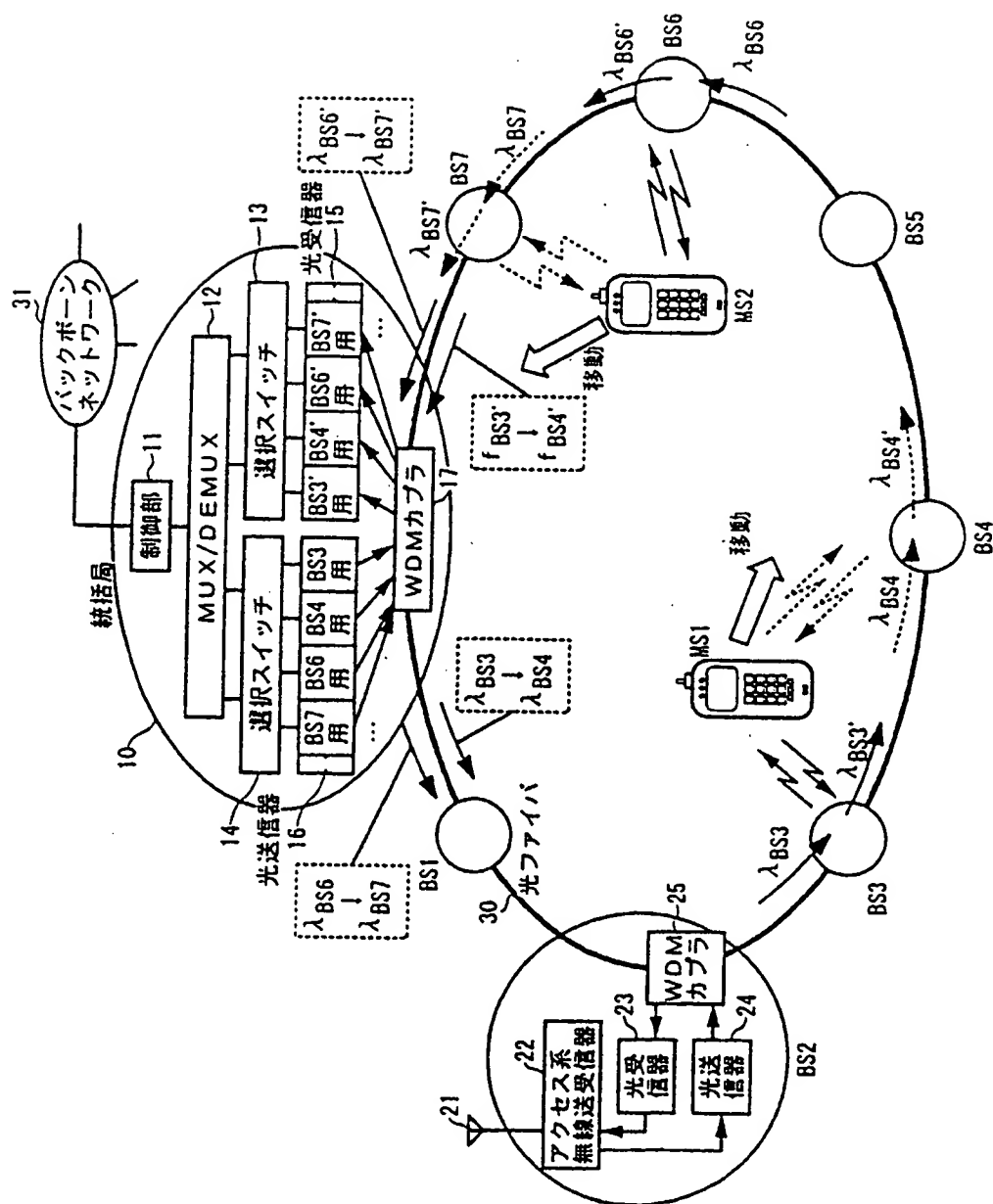


FIG. 2

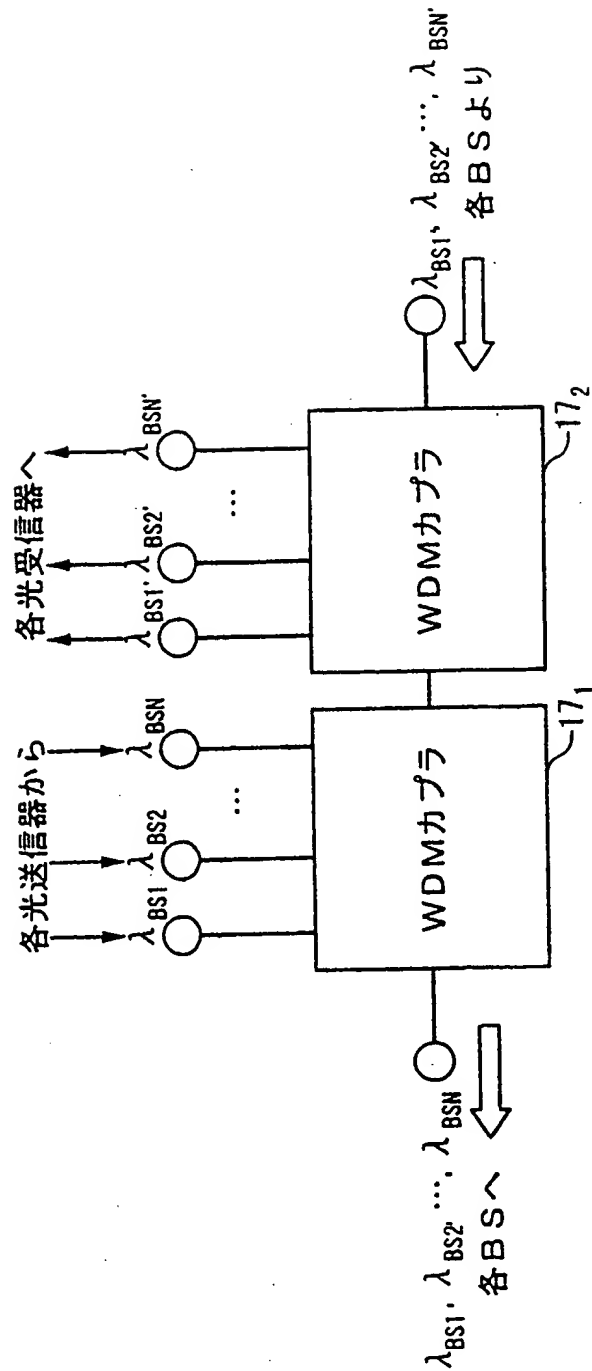


FIG. 3

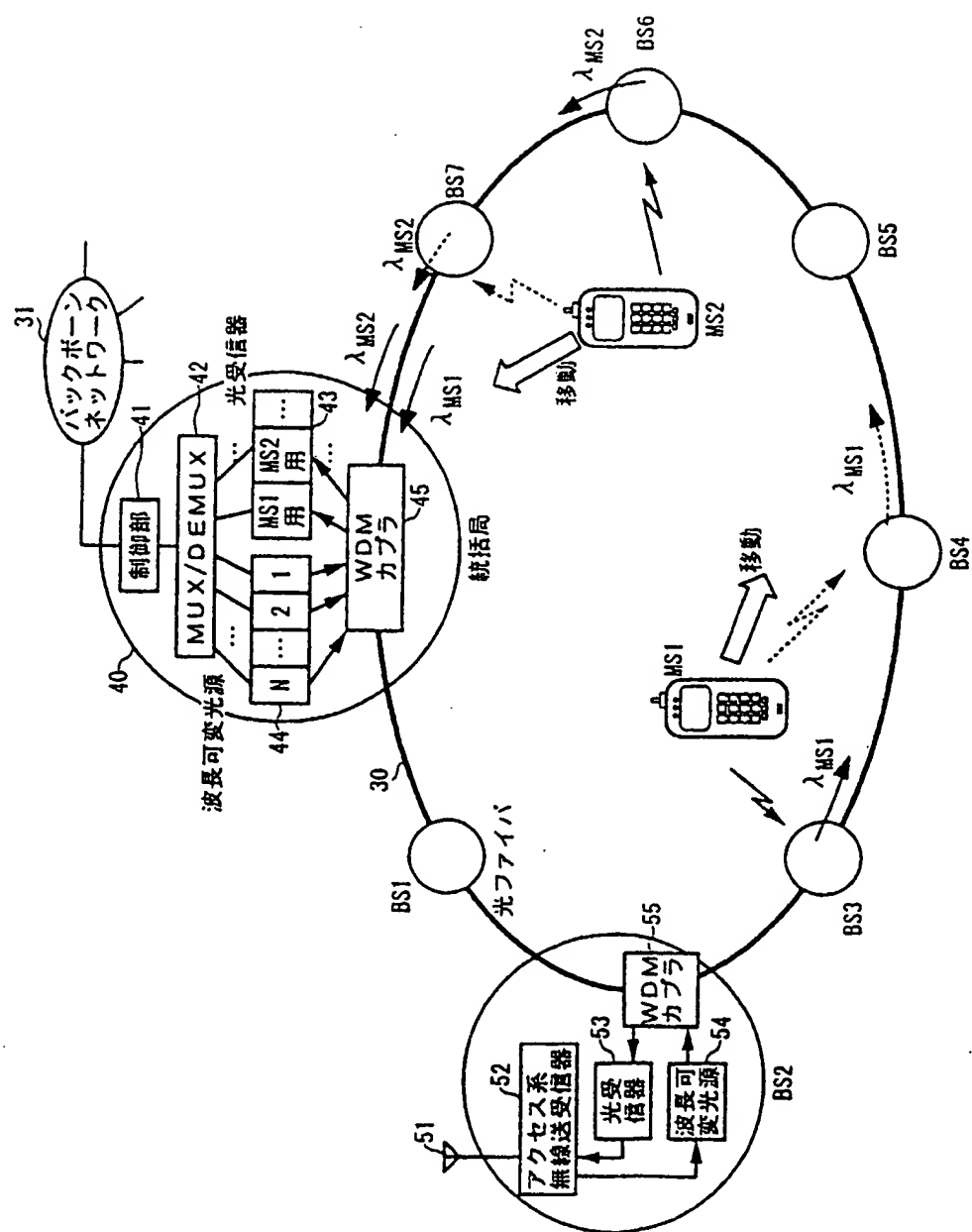


FIG. 4

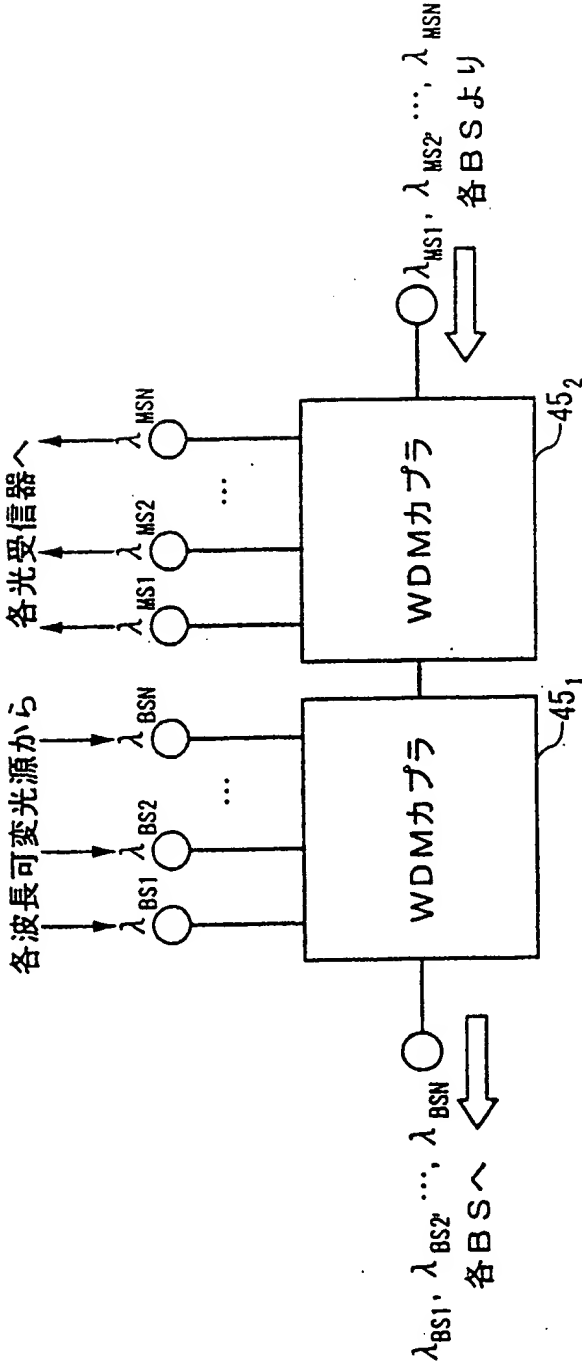


FIG. 5

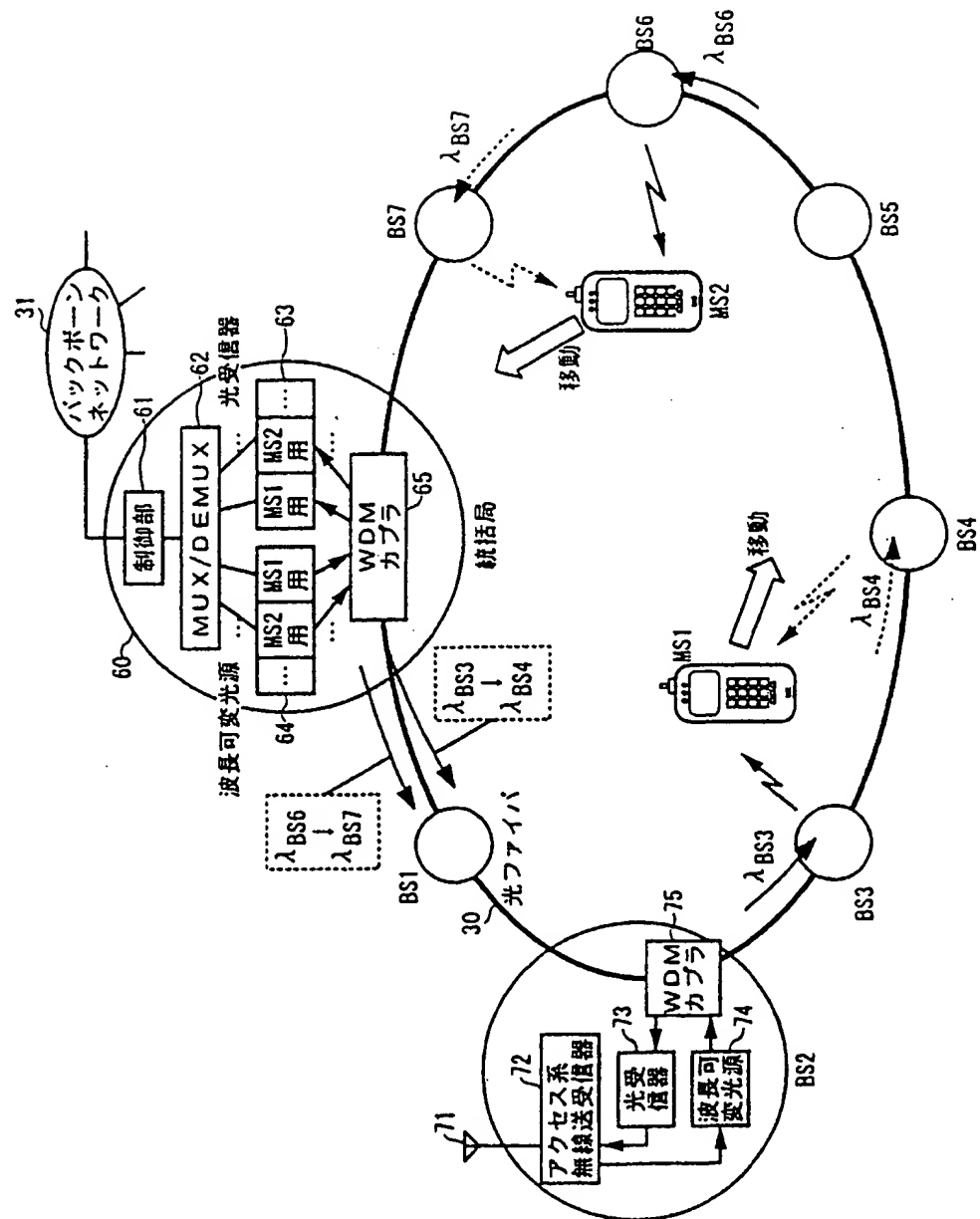


FIG. 6

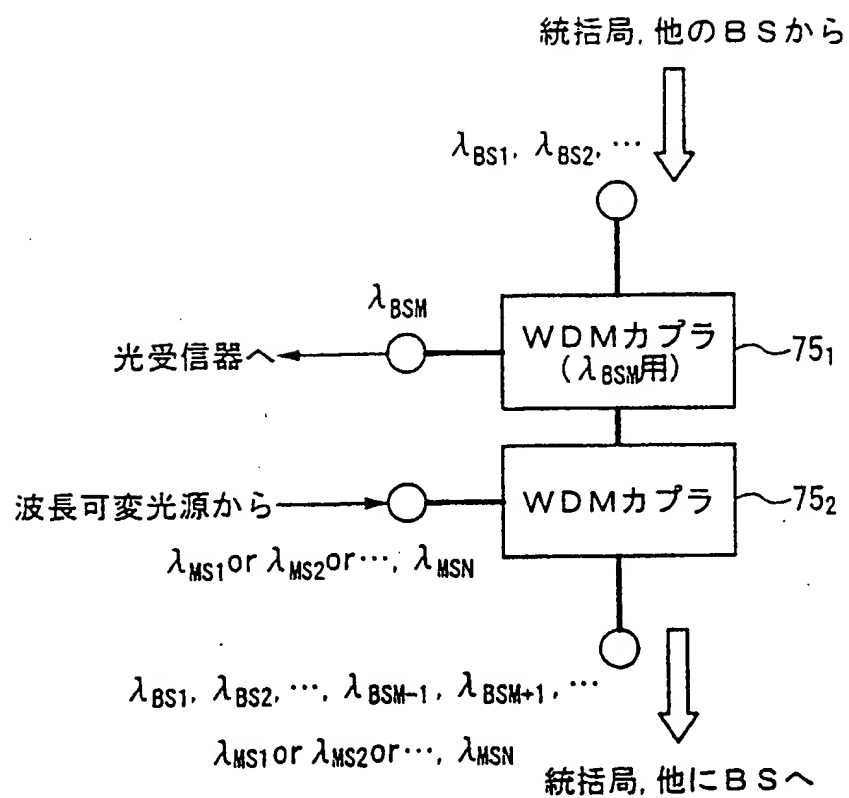


FIG. 7

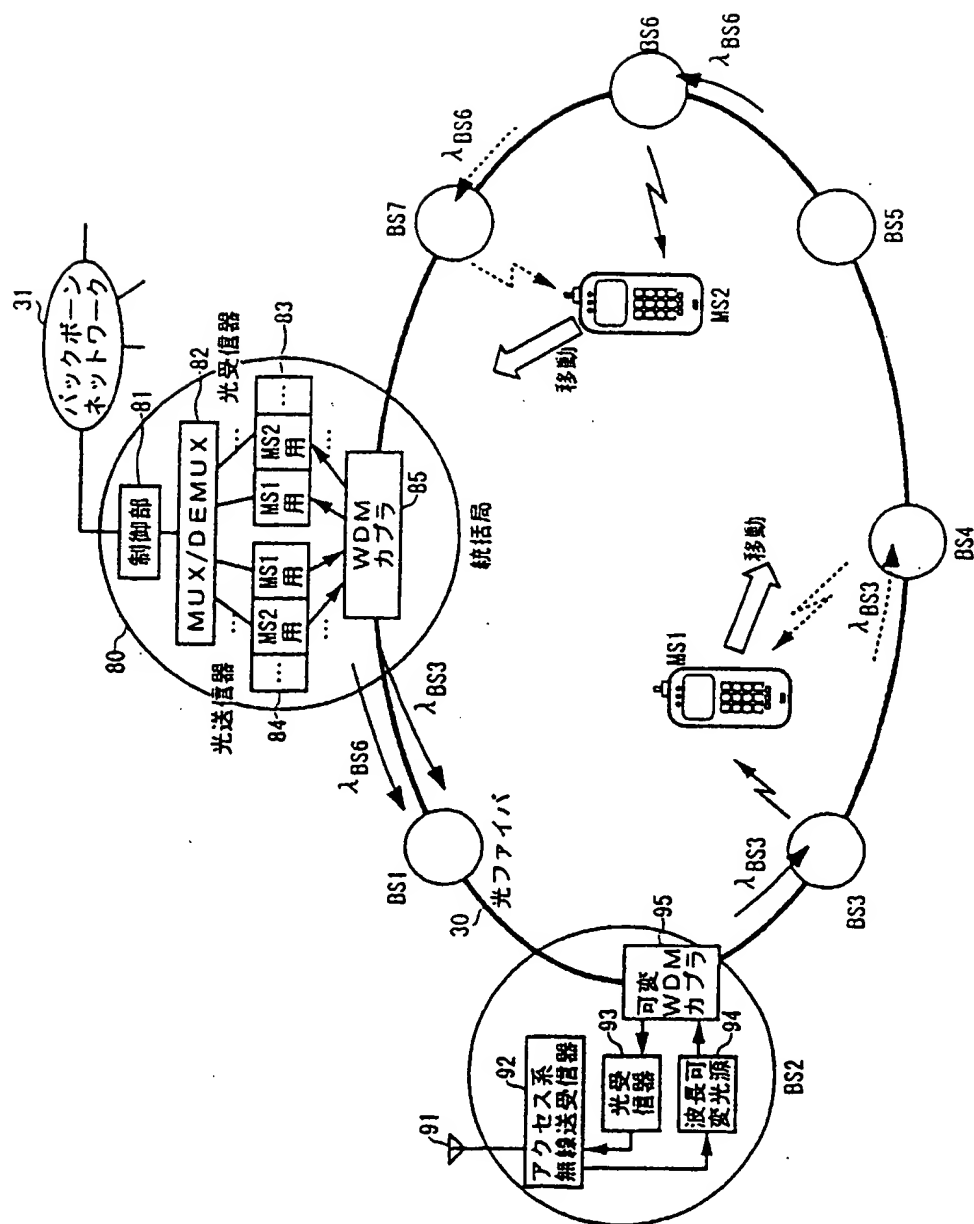


FIG. 8

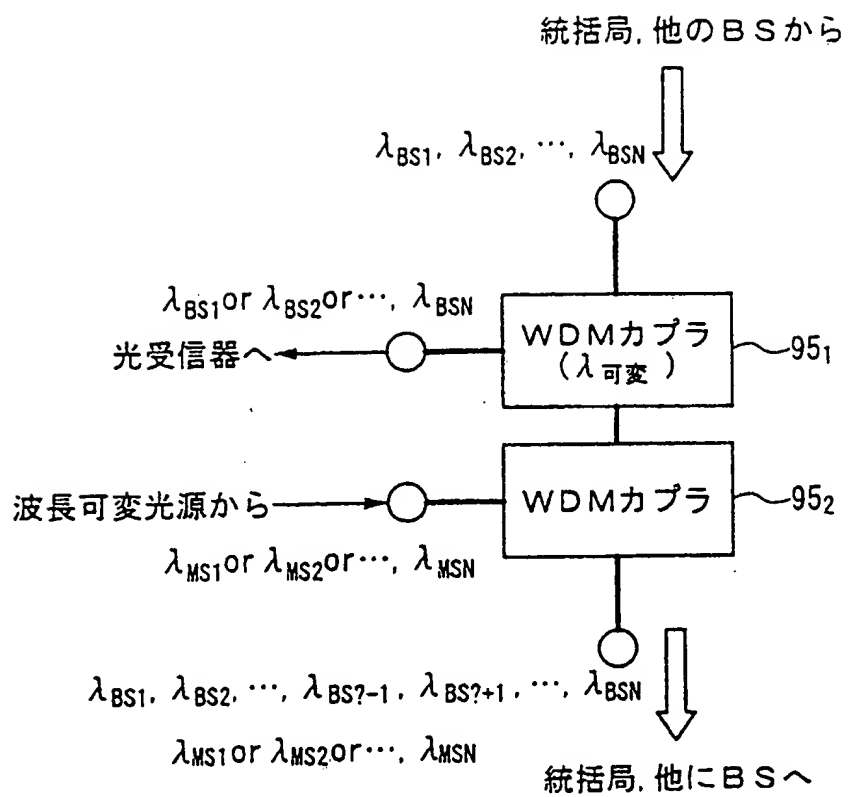


FIG. 9

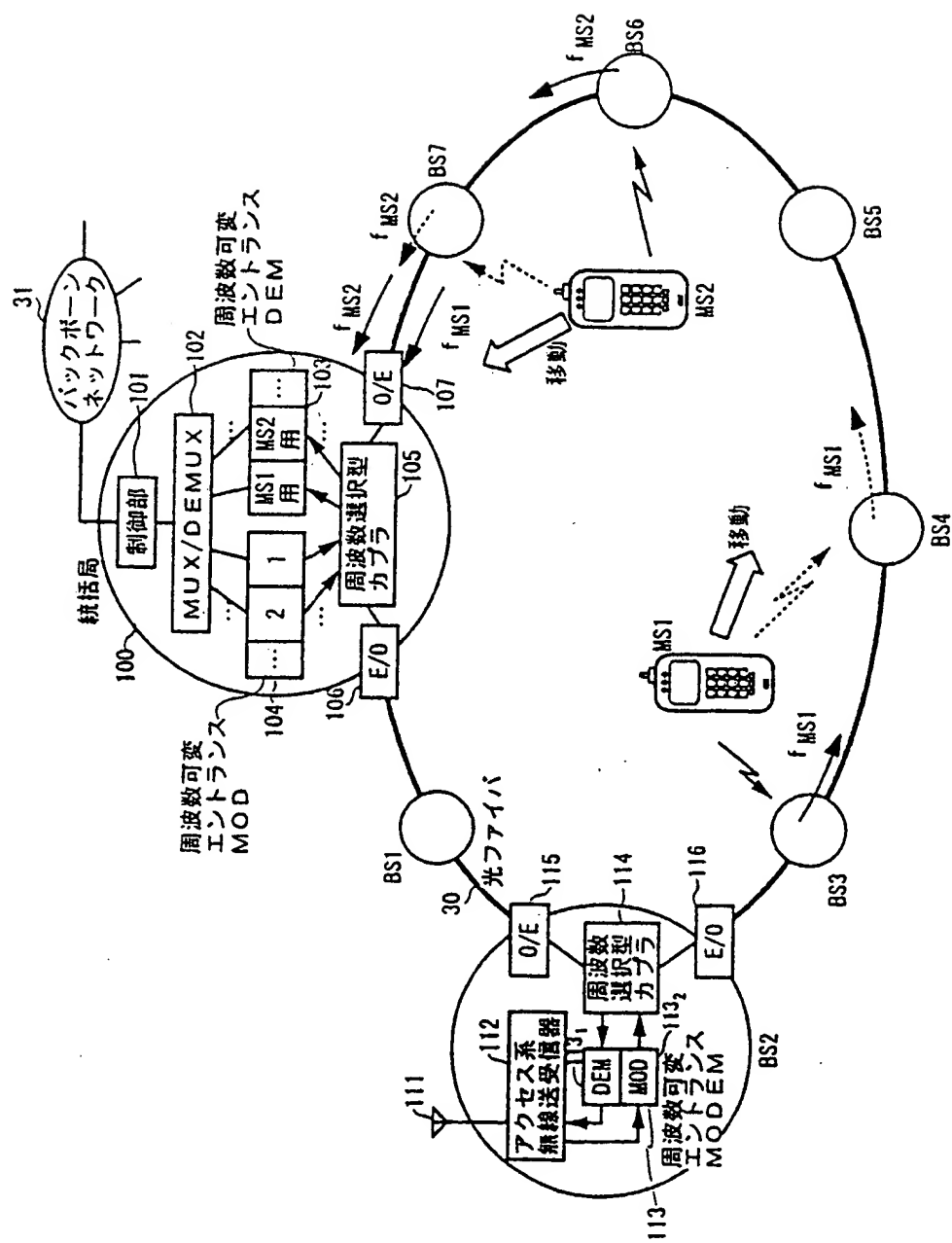


FIG. 11

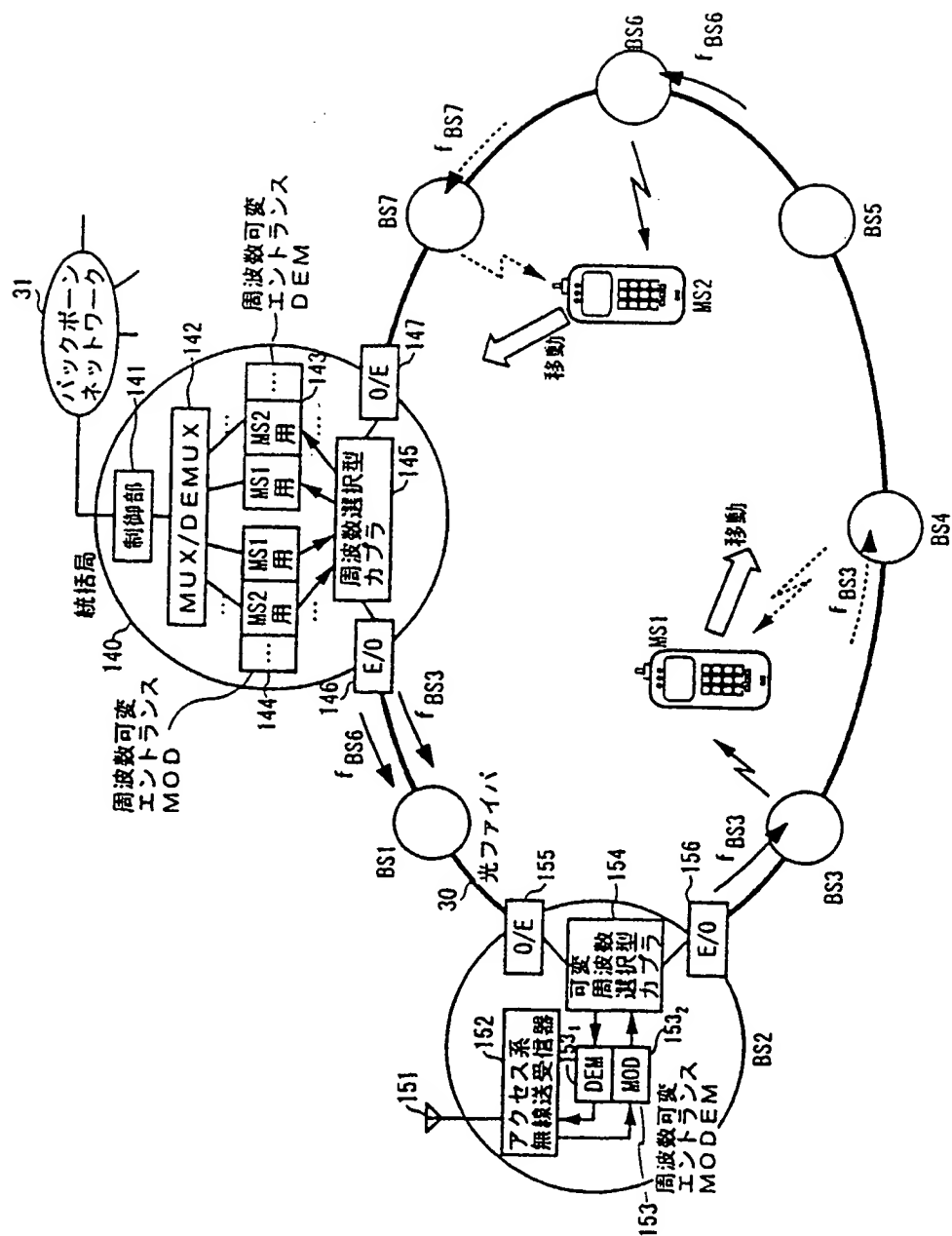


FIG. 12

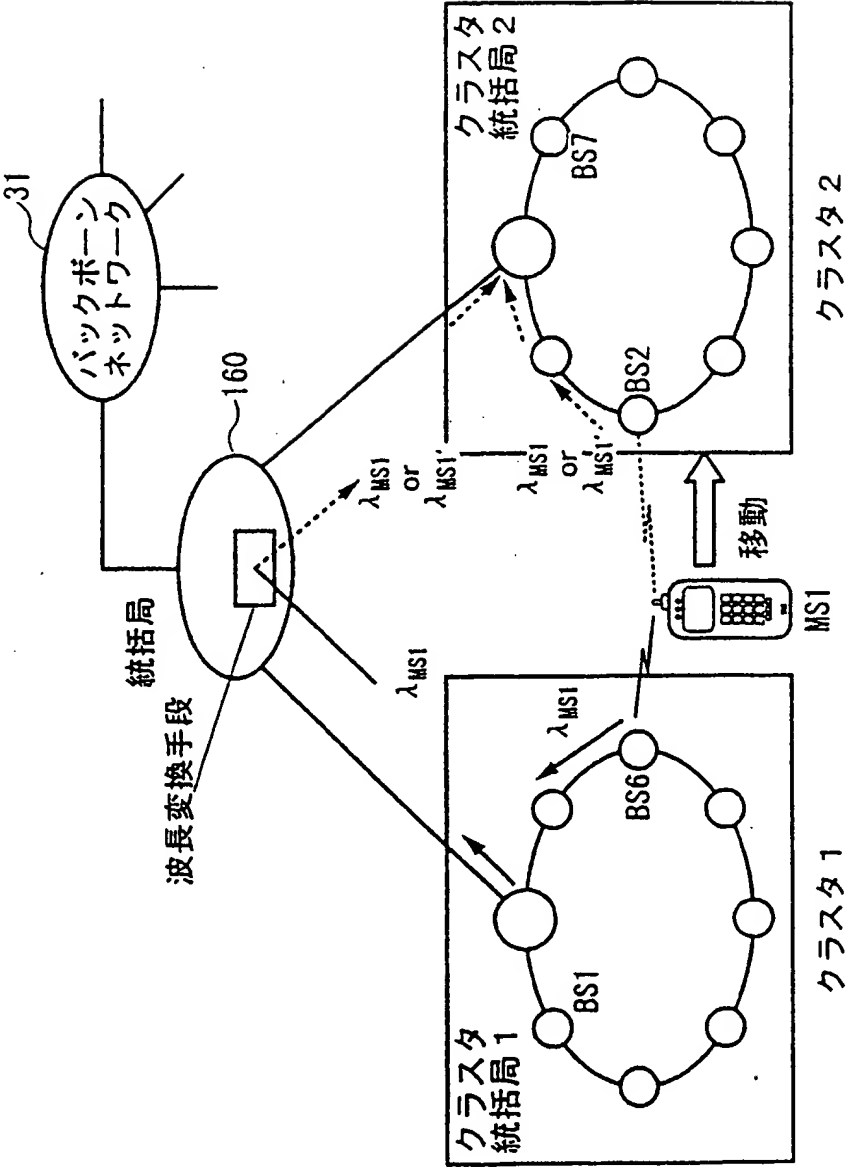


FIG. 13

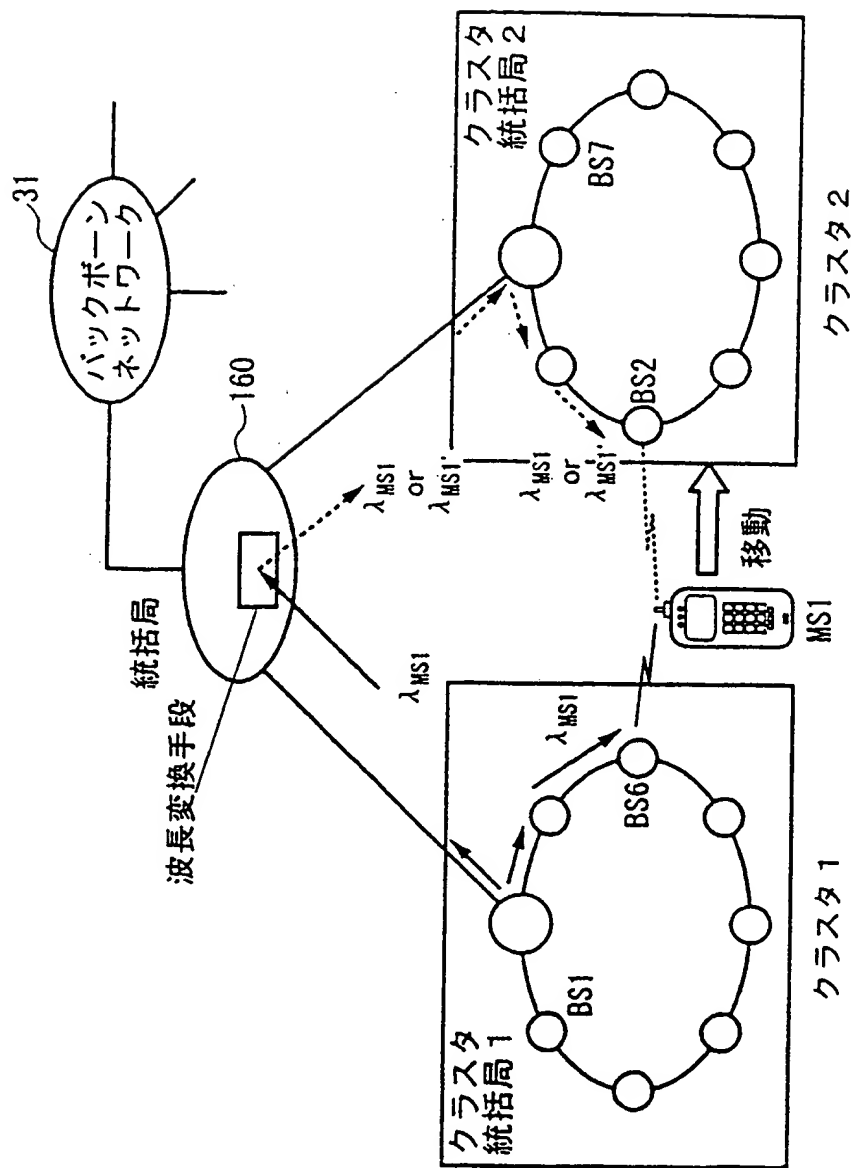


FIG. 14

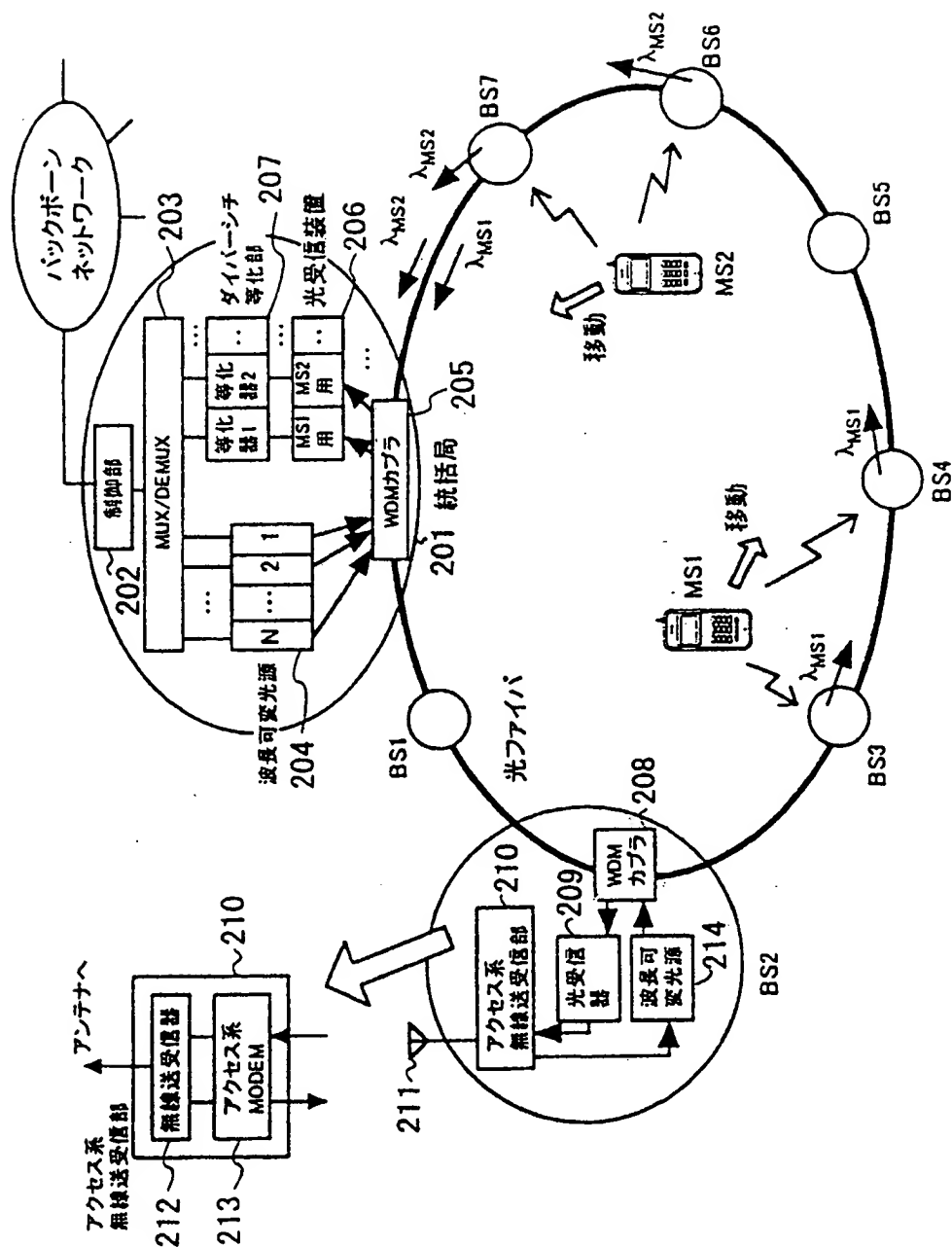


FIG. 15

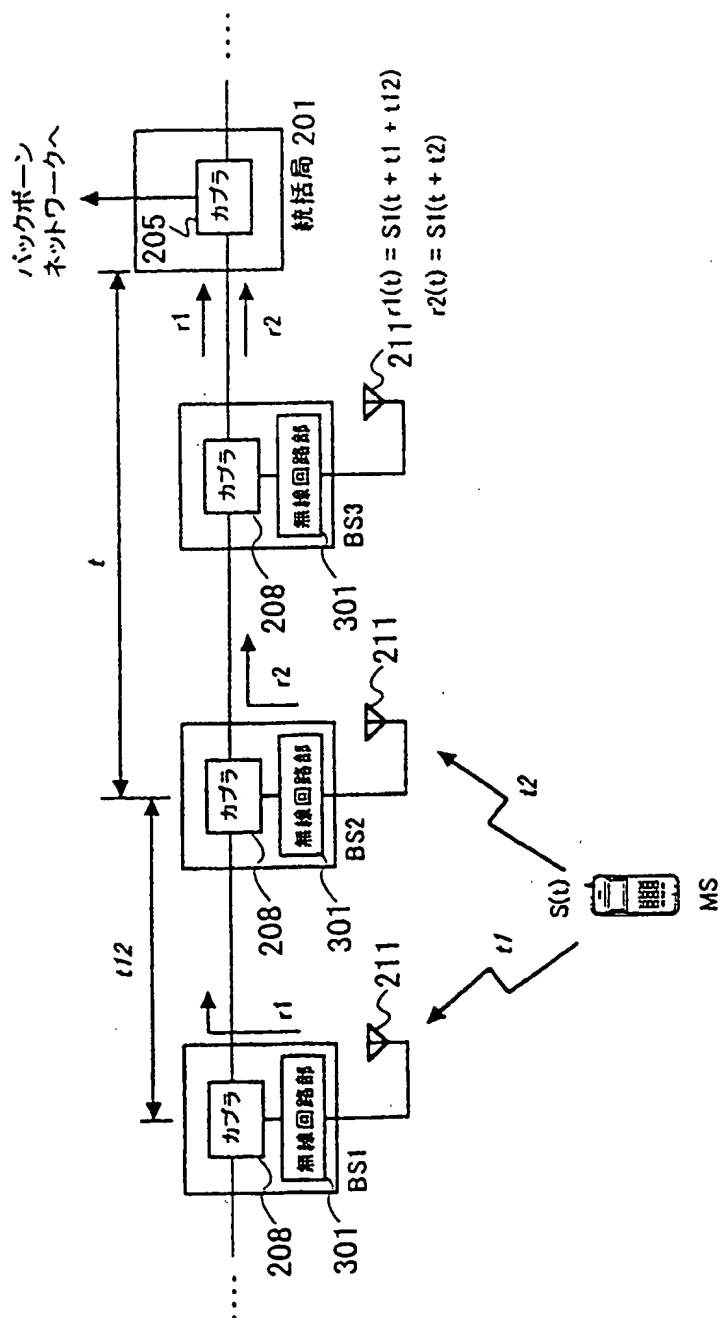


FIG. 16

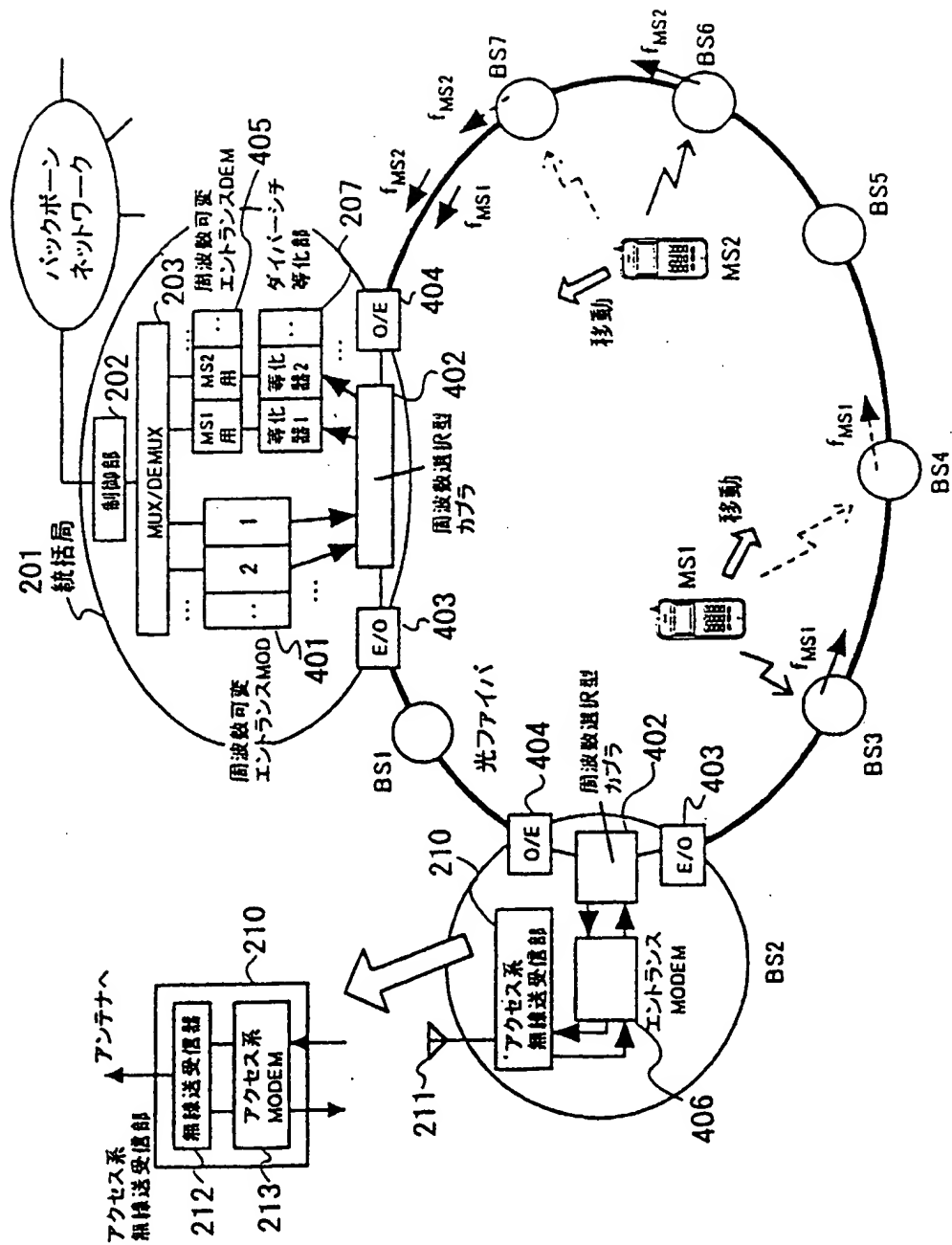


FIG. 17

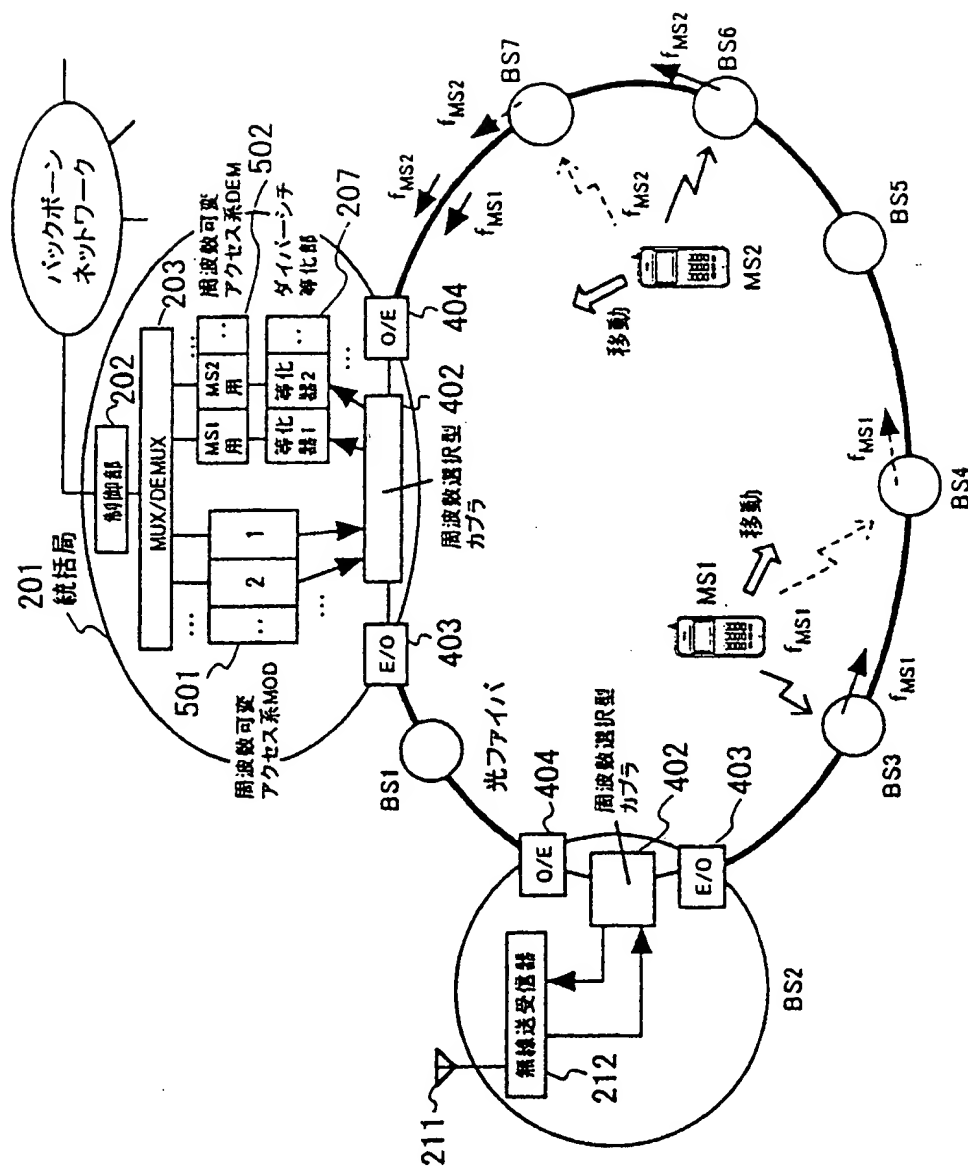


FIG. 18

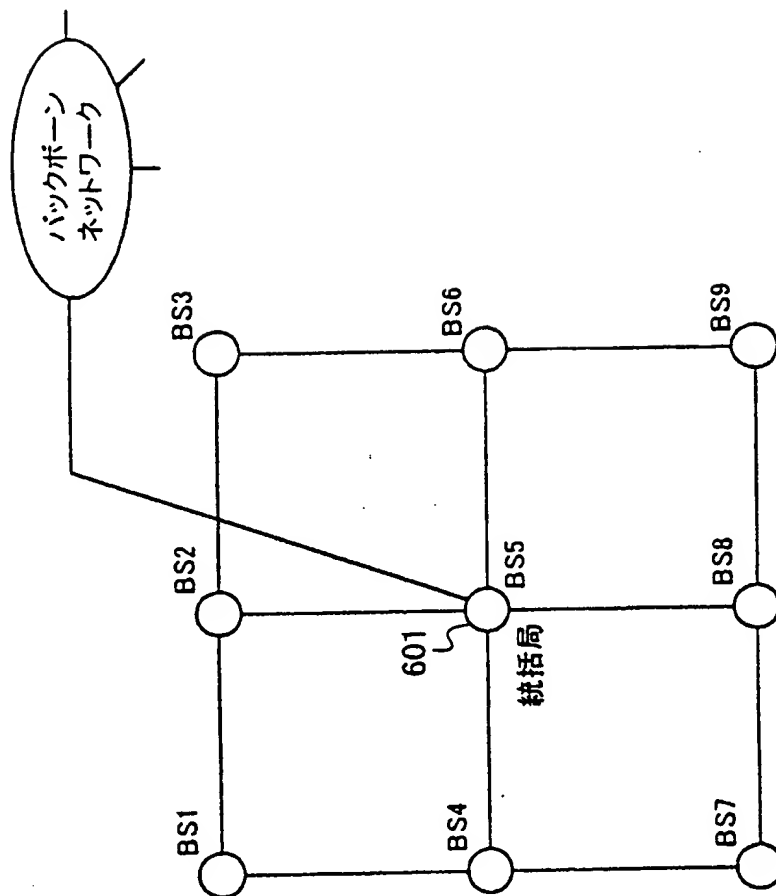
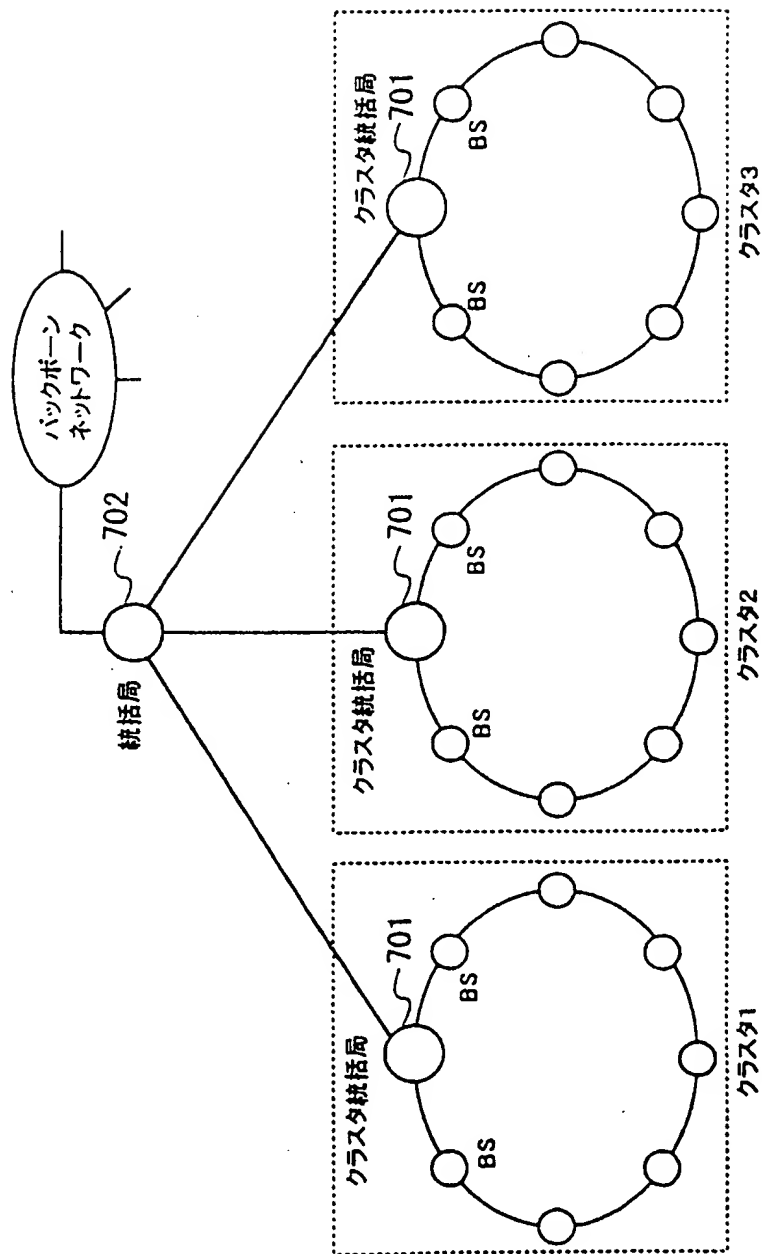


FIG. 19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03845

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H04Q 7/24, H04J 14/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H04B 7/24-7/26, H04B 10/00-10/28, H04J 14/02, H04Q 7/00-7/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-298939 A (Lucent Technologies, Inc.), 29 October, 1999 (29.10.99), Full text (Family: none)	1-30
A	CN 1224986 A (SK Telecom Co., Ltd.), 04 August, 1999 (04.08.99), Full text & JP 11-164348 A	1-30
A	HAN-CHIEH CHAO et al, "Channel assignment schemes for WDN-based personal communications network", WCNC. 1999, IEEE Wireless Communications and Networking Conference, (1999), Part Vol.2, ISBN 0780356683, pages 698 to 702	1-30

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 July, 2001 (30.07.01)

Date of mailing of the international search report
07 August, 2001 (07.08.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO1/03845

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H04Q 7/24
H04J 14/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H04B 7/24- 7/26 H04B 10/00-10/28
H04J 14/02 H04Q 7/00- 7/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-298939 A (ルセント テクノロジーズ インコーポレイテッド) 29.10月.1999 (29.10.99), 全文 (ファミリーなし)	1-30
A	CN 1224986 A (SK TELECOM CO LTD) 4.8月.1999(04.08.99), 全文 & JP 11-164348 A	1-30
A	HAN-CHIEH CHAO et al, Channel assigment schemes for WDN-based personal communications network, WCNC. 1999 IEEE Wireless Communications and Networking Conference, 1999, Part vol.2, ISBN 0780356683, p.698-702	1-30

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30.07.01

国際調査報告の発送日

07.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

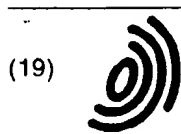
特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 聡史

5 J

8943

電話番号 03-3581-1101 内線 3535



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 250 018 A1

(12)

EUROPEAN PATENT APPLICATION

published in accordance with Art. 158(3) EPC

(43) Date of publication:
16.10.2002 Bulletin 2002/42

(51) Int Cl.7: **H04Q 7/24**, **H04J 14/02**

(21) Application number: **01926153.6**

(86) International application number:
PCT/JP01/03845

(22) Date of filing: **08.05.2001**

(87) International publication number:
WO 01/086982 (15.11.2001 Gazette 2001/46)

(84) Designated Contracting States:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priority: **10.05.2000 JP 2000137879**
14.12.2000 JP 2000380882

(71) Applicant: **NTT DoCoMo, Inc.**
Tokyo 100-6150 (JP)

(72) Inventors:
• **ABURAKAWA, Yuji**
Yokohama-shi, Kanagawa 235-0033 (JP)

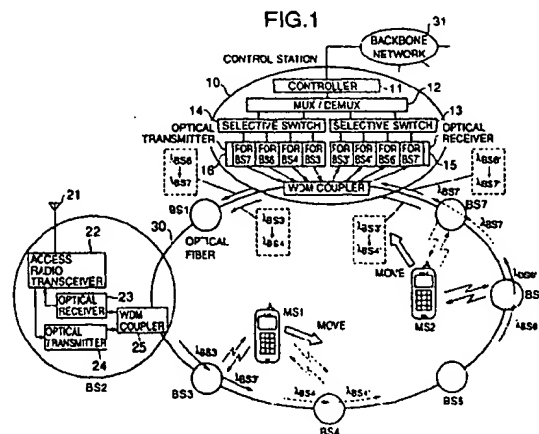
• **YOSHINO, Hitoshi**
Yokosuka-shi, Kanagawa 238-0026 (JP)
• **OTSU, Toru**
Yokohama-shi, Kanagawa 236-0057 (JP)
• **YAMAO, Yasushi**
Yokosuka-shi, Kanagawa 239-0822 (JP)

(74) Representative: **Rees, Alexander Ellison et al**
Urquhart-Dykes & Lord,
30 Welbeck Street
London W1G 8ER (GB)

(54) WIRELESS BASE STATION NETWORK SYSTEM, CONTROL STATION, BASE STATION SWITCHING METHOD, SIGNAL PROCESSING METHOD, AND HANDOVER CONTROL METHOD

(57) The present invention is a network system of radio base stations comprising base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers using a wavelength multiplexing transmission method, wherein: the base station comprises a variable-wavelength transmitter for transmitting an optical signal having a predetermined wavelength, and an optical coupler for combining optical signals from the variable-wavelength transmitter in order to transmit the optical signals using the wavelength multiplexing transmission method, the control station comprises a plurality of optical receivers for receiving wavelengths of the optical signals transmitted using the wavelength multiplexing transmission method, and an optical coupler for splitting the wavelength-multiplexed optical signals transmitted from the base stations into the optical receivers by wavelength, and when the radio communication terminal communicating with the base station moves and changes the base station to communicate with, a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal controls the wavelength of the variable-wavelength transmitter, and then transmits the optical signals to the control station with the same wavelength as one used for transmitting by a previous base station which com-

municates with the radio communication terminal before the movement.



Description

TECHNICAL FIELD

[0001] The present invention relates to a radio communication system, more particularly, to a network system of radio base stations and the method for switching base stations, in which a base station provided in each of a plurality of cells and a control station that controls the base stations are connected by optical fibers using a wavelength multiplexing transmission or a sub-carrier optical transmission method.

[0002] The present invention also relates to a system in which a control station receives signals from a plurality of base stations and equalizes those signals, which control station controls a communication network including the base stations, and which signals are sent to a plurality of base stations by a mobile station under handover.

BACKGROUND ART

[0003] In a network of radio base stations to which optical wavelength division multiplexing (WDM) is applied for example, there are generally provided with a plurality of base stations that communicate with radio communication terminals, and a control station that comprehensively controls the plurality of base stations and communicates with external communication networks, wherein those stations are connected by optical fiber lines.

[0004] A conventional base station converts a signal received from a radio communication terminal into an optical signal having a wavelength specific for the base station in order to transmit the optical signal to the control station via the optical fiber lines.

[0005] Therefore, the control station has an optical receiving device that can support a plurality of wavelengths the number of which wavelengths equals to the number of the base stations in the network. This optical receiving device includes a plurality of optical receivers wherein each of the plurality of optical receivers can support a single wavelength. Each of these optical receivers is responsible for receiving optical signals from a single base station and converting the received optical signals into electrical signals. The converted signals are switched by a selection switch, to become received electrical signals.

[0006] That is, when a mobile station moves to another cell, the control station has to switch the selection switch into another optical receiver in order to continue receiving from that mobile station.

[0007] The conventional WDM-applied network of radio base stations is described hereinafter with reference to Figs.1 and 2. Fig.1 is a block diagram showing an example of a configuration of the conventional network system of radio base stations.

[0008] A control station 10 and base stations (BS1-7, hereinafter referred to as "BS", the number of which

base stations is not limited to 7) are connected into a loop structure by optical fibers 30 in which optical signals are transmitted and received by using a wavelength multiplexing transmission method.

5 [0009] In this configuration, when the control station 10 transmits an optical signal to each BS, since a different wavelength for receiving is assigned to each BS, and optical transmitter 16 for transmitting a wavelength specific for each BS is provided in the control station 10, each optical signal is combined for wavelength multiplexing transmission and is transmitted by a WDM coupler 17.

10 [0010] In each of the BS1-7, an optical signal having a wavelength specific for each BS is split off by each WDM coupler 25, and is received by an optical receiver 23. Signals from the optical receiver 23 are radio-transmitted to radio communication terminals (MS1 and MS2, hereinafter referred to as "MS", the number of which terminals is not limited to 2) via an antenna 21 by an access radio (radio communication between the BS and the radio communication terminal) transceiver 22.

15 [0011] A radio signal from the MS is received by the access radio transceiver 22 via the antenna 21, is converted into an optical signal by an optical transmitter 24, and is then combined by the WDM coupler 25 for wavelength multiplexing transmission.

20 [0012] The access radio transceiver 22 in the BS is provided with a radio signal demodulator for mobile communications that demodulates and converts the received signals from the MS into digital signals, and a radio signal modulator for mobile communications that converts digital signals outputted from the optical receiver 23 into signals having radio frequencies for mobile communication.

25 [0013] In the control station 10, the optical signals from each BS are split off into single-wavelength signals by the WDM coupler 17, and are then received by the optical receiver 15.

30 [0014] When, for example, the MS1 is communicating with an MS3, the control station uses a wavelength λ_{BS3} for transmitting signals to the BS3, and the BS3 uses a wavelength λ_{BS3} for transmitting signals to the control station.

35 [0015] Then, when the MS moves and commences to communicate with the BS4, in the control station 10, the selection switch 14 is operated such that an optical transmitter for the wavelength λ_{BS3} of the BS3 is switched into an optical transmitter for a wavelength λ_{BS4} of the BS4, and the control station 10 uses the wavelength λ_{BS4} for transmitting signals to the BS4. At the same time, the BS4 uses the wavelength λ_{BS4} for transmitting signals to the control station. Since a wavelength used for signals to the control station is consequently switched from the wavelength λ_{BS3} into λ_{BS4} , the control station 10 switches a receiving optical receiver into one for the wavelength λ_{BS4} by the selection switch 13 in order to receive the signals, whereby the MS and the control station can continue communicating.

[0016] Fig. 2 is a diagram showing an example of the WDM coupler in the conventional control station.

[0017] Signals from the optical transmitters for each wavelength are inputted to a WDM coupler 17₁, are combined for wavelength multiplexing, and are then transmitted to each BS.

[0018] Therefore, when a transmitting BS is switched from the BS3 to the BS4, the optical transmitter is accordingly switched from one for λ_{BS3} to another for λ_{BS4} .

[0019] At the same time, in a WDM coupler 17₂, optical signals having wavelengths λ_{BS1} - λ_{BSN} from each BS are split off by wavelength into different terminals, and are respectively received by the optical receiver.

[0020] Therefore, when a receiving BS is switched from the BS3 to the BS4, the optical receiver is then switched by the selection switch, since it is necessary for an output terminal to be switched from one for λ_{BS3} to another for λ_{BS4} .

[0021] However, when switching of base stations due to the movement of the radio communication terminals is required frequently, there appears a problem in that, in the control station, the workload for performing selective combination such as one in the selection switches of each optical transceiver becomes excessive so that the processing requirement of the control station becomes too high.

DISCLOSURE OF THE INVENTION

[0022] Therefore, the general object of the present invention is to provide a novel and advantageous network system of radio base stations, which can resolve the above-mentioned problem that the prior art has.

[0023] The detailed object of the present invention is to provide an effective network system of radio base stations and the method for switching of base stations that can reduce processing load in a control station even when switching of base stations occurs due to the movement of radio communication terminals.

[0024] These objects are achieved by a network system of radio base stations comprising base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers with a wavelength multiplexing transmission, wherein: the base station comprises a variable-wavelength transmitter for transmitting an optical signal having a predetermined wavelength, and an optical coupler for combining optical signals from the variable-wavelength transmitter in order to transmit the optical signals by using wavelength multiplexing transmission; the control station comprises a plurality of optical receivers for receiving wavelengths of the optical signals transmitted using a wavelength multiplexing transmission method, and an optical coupler for splitting the wavelength-multiplexed optical signals transmitted from the base stations into the optical receivers by wavelength, and when the radio

communication terminal communicating with the base station moves and changes the base station to communicate with, a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal controls the wavelength of the variable-wavelength transmitter, and then transmits the optical signals to the control station using the same wavelength as the one used for transmitting by a previous base station which communicates with the radio communication terminal before the movement.

[0025] Although the coupler may be a WDM coupler in this context, any other devices capable of combining and splitting off optical signals by wavelength can be employed.

[0026] Another object of the present invention is to increase the quality of communication in a mobile station performing soft handover in the above-mentioned radio communication network system.

[0027] This object is achieved by a network system of radio base stations comprising a plurality of base stations communicating with radio communication terminals, a control station comprehensively controlling the base stations and communicating with an external communication network, and optical fiber lines connecting the base stations and the control station, in which each of the base stations receives signals transmitted by the radio communication terminal, converts the received signals into optical signals, and then transmits the converted optical signals to the control station via the optical fiber lines, wherein: each of the base stations comprises a signal converting part for converting signals transmitted from the radio communication terminal into optical signals having different wavelengths as assigned specifically to each of the sending radio communication terminals, and the control station comprises an optical signal receiving part for receiving via the optical fiber lines simultaneously optical signals having an identical wavelength to the wavelength assigned to the originating radio communication terminal that are converted respectively by the signal converting part from signals transmitted from a single radio communication terminal and received by at least two base stations, and for converting the received signals into electric signals to be output, and an equalizing part for equalizing the output signals.

[0028] Other objects, features, and advantages of the present invention are elucidated in the following detailed description with reference to the accompanied figures.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0029]

Fig. 1 is a diagram partially showing a schematic of a conventional network system of radio base stations;

Fig. 2 is a diagram showing an example of a WDM coupler of a control station in the conventional system;

Fig.3 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to a first embodiment of the present invention;

Fig.4 is a diagram showing an example of a WDM coupler of a control station in the first embodiment;

Fig.5 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to a second embodiment of the present invention;

Fig.6 is a diagram showing an example of a WDM coupler of a BS in the second embodiment of the present invention;

Fig.7 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to a third embodiment of the present invention;

Fig.8 is a diagram showing an example of a WDM coupler of a BS in the third embodiment of the present invention;

Fig.9 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to a fourth embodiment of the present invention;

Fig.10 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to a fifth embodiment of the present invention;

Fig.11 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to a sixth embodiment of the present invention;

Fig.12 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to a seventh embodiment of the present invention;

Fig.13 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to the seventh embodiment of the present invention;

Fig.14 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to an eighth embodiment of the present invention;

Fig.15 is a schematic diagram to explain a time difference that may cause interference, in case of providing no diversity equalizing parts in the control station;

Fig.16 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to a ninth embodiment of the present invention;

Fig.17 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to a tenth embodiment of the present invention;

Fig.18 is a diagram showing the case in which plural base stations are connected into a mesh structure;

Fig.19 is a diagram showing the case in which plural base stations are connected into a cluster structure.

PREFERRED EMBODIMENTS FOR CARRYING OUT THE INVENTION

[0030] Embodiments of the present invention are described hereinafter with reference to figures.

[0031] A first embodiment of the present invention is described with reference to Figs.3 and 4.

[0032] Fig.3 is a diagram partially showing a schematic

ic of a radio communication system according to the first embodiment of the present invention.

[0033] A control station 40 and base stations (BS) are connected in a loop structure by optical fibers in which optical signals are transmitted and received using a wavelength multiplexing transmission method.

[0034] In the control station 40, a variable-wavelength light source 44 is provided as an optical transmitter for transmitting each optical wavelength, and each optical signal is combined for wavelength multiplexing transmission and is transmitted to the BS by a WDM coupler 45.

[0035] In each of the base stations BS1-7, a WDM coupler 55 splits off a wavelength specific for each base station from others, and an optical receiver 53 then receives the split off wavelength. Signals from the optical receiver 53 are radio-transmitted to radio communication terminals (MS) via an antenna 51 by an access radio (radio communication between the BS and the radio communication terminal) transceiver 52. Radio signals from the radio communication terminal are received by the access radio transceiver 52 via the antenna 51, are converted into optical signals having an arbitrary wavelength by a variable-wavelength light source 54, and are then combined by the WDM coupler 55 for wavelength multiplexing transmission to the control station 40.

[0036] In the control station 40, optical signals from each BS are split off into single-wavelength signals by the WDM coupler 45, and then respectively received by an optical receiver 43.

[0037] When the MS1 is communicating with the BS3, the BS3 uses a wavelength λ_{MS1} for transmitting the received information from the MS1 to the control station. Then, when the MS1 moves and commences to communicate with the BS4, since the BS4 changes an output wavelength of the variable-wavelength light source 54 into the wavelength λ_{MS1} , and transmits signals thereafter, the control station 40 can continue receiving signals having the wavelength λ_{MS1} without any switching operation. The MS1 thus achieves a switching of base stations from the BS3 to the BS4.

[0038] Fig.4 is a diagram showing an example of the WDM coupler in the control station according to the first embodiment.

[0039] In a WDM coupler 45₂, signals having wavelengths λ_{MS1} - λ_{MSN} received from each BS are split off and distributed into different terminals by wavelength, and then respectively received by the optical receiver 43.

[0040] In this embodiment, therefore, when the switching of base stations occurs due to a movement of the MS, since, in respect of this MS, the wavelength of optical signals from the BS is not changed, and in the control station, the optical signals are outputted from the identical terminal, the control station can continue to receive these optical signals with the identical optical receiver 43 and can dispense with any switching operations.

[0041] A second embodiment of the present invention is described with reference to Figs.5 and 6.

[0042] Fig.5 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to the second embodiment of the present invention.

[0043] A control station 60 and base stations (BS) are connected in a loop structure by the optical fibers 30.

[0044] In the control station 60, there is provided a variable-wavelength light source 64 that can vary a wavelength for transmission, and each optical signal is combined for wavelength multiplexing transmission and is then transmitted to the BS by a WDM coupler 65.

[0045] In each of base stations BS1-7, a WDM coupler 75 splits off a wavelength specific for each base station from others, and an optical receiver 73 then receives the split off wavelength. Signals from the optical receiver 73 are radio-transmitted to radio communication terminals (MS) via an antenna 71 by an access radio transceiver 72. Radio signals from the radio communication terminal are received by the access radio transceiver 72 via the antenna 71, are converted into optical signals having an arbitrary wavelength by a variable-wavelength light source 74, and are then combined by the WDM coupler 75 for wavelength multiplexing transmission.

[0046] In the control station 60, optical signals from each BS are split off into single-wavelength signals by the WDM coupler 65, and are then received by an optical receiver 63.

[0047] When the MS1 is communicating with the BS3, communication information is transmitted from the control station 60 to the BS3 with a wavelength λ_{BS3} . Then, when the MS moves and commences to communicate with the BS4, the control station 60 achieves a switching of base stations by changing a wavelength of the variable-wavelength light source from λ_{BS3} to λ_{BS4} and then transmitting with the wavelength λ_{BS4} . The control station 80 thus achieves the switching of BS by merely controlling the wavelength of the variable-wavelength light source.

[0048] Fig.6 is a diagram showing an example of the WDM coupler in the BS according to the second embodiment.

[0049] In a WDM coupler 75, among signals having wavelengths λ_{BS1} - λ_{BSN} received from the control station 60 or the other BS, only optical signals having a wavelength that is a specific wavelength λ_{BSM} assigned for that BS are split off and others are to be passed through. Signals from the variable-wavelength light source in BS are combined for wavelength multiplexing transmission.

[0050] Therefore, when the MS1 switches a base station to be communicated with from the BS3 to the BS4, the control station 60 changes the wavelength of the variable-wavelength light source from λ_{BS3} to λ_{BS4} for transmission of information of that communication, and then transmits signals with the wavelength λ_{BS4} in order to achieve a switching of BS.

[0051] A third embodiment of the present invention is described with reference to Figs.7 and 8.

[0052] Fig.7 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to the third embodiment of the present invention.

[0053] A control station 80 and base stations (BS) are connected in a loop structure by the optical fibers 30 in which optical signals are transmitted and received using the wavelength multiplexing transmission method.

[0054] In the control station 80, there is provided with an optical transmitter 84 that transmits each optical wavelength, and each optical signal is combined for wavelength multiplexing transmission and is then transmitted to the BS by a WDM coupler 85.

[0055] The light sources for transmission in the optical transmitter 84 are here provided for each MS. For example, when the MS1 commences to communicate with the BS3, a wavelength of the light source for transmission in the MS1 is set to the wavelength λ_{BS3} .

[0056] In each of BS1-7, a variable WDM coupler 95 splits off an optical signal having an arbitrary wavelength from others, and an optical receiver 93 then receives the optical signal. Signals from the optical receiver 93 are radio-transmitted to radio communication terminals (MS) via an antenna 91 by an access radio transceiver 92.

[0057] Radio signals from the radio communication terminal are received by the access radio transceiver 92 via the antenna 91, are converted into optical signals having a predetermined wavelength by a variable-wavelength light source 94, and are then combined by the WDM coupler 95 for wavelength multiplexing transmission. The variable-wavelength light source 94 is a light source that can optionally control a wavelength outputted from the light source.

[0058] In the control station 80, optical signals from each BS are split off into single-wavelength signals by the WDM coupler 85, and are then received by an optical receiver 83.

[0059] When the MS1 is communicating with the BS3, communication information is transmitted from the control station to the BS3 with the wavelength λ_{BS3} . Then, when the MS moves and commences to communicate with the BS4, the control station 80 does not change a wavelength for transmission intended for use by the BS. That is, even when the radio communication terminal changes the base station to be communicated with, the control station still uses the wavelength λ_{BS3} that is the wavelength of optical signals intended for use by the base station which communicates with the MS before the movement of the MS.

[0060] At the same time, the BS4 splits off signals intended for the MS1 transmitted from the control station 80 with the wavelength λ_{BS3} , from other signals by the variable WDM coupler 85, receives them with the optical receiver 93, and then radio-transmits them to the MS1 via the antenna 91 by the access radio transceiver 92.

[0061] Thus, the control station 80 can continue com-

municating with the MS1 without switching an optical transmitter or any other operation of controlling wavelengths, and can achieve a switching of BS.

[0062] Fig.8 is a diagram showing an example of the WDM coupler in BS according to the third embodiment.

[0063] In a WDM coupler 95₁, among optical signals having wavelengths λ_{BS1} - λ_{BSN} received from the control station 80 or the other BS, only predetermined optical signals having a wavelength λ_{BSM} are split off, and the others are to be passed through. Signals from the variable-wavelength light source 94 in the BS are combined by a WDM coupler 95₂ for wavelength multiplexing transmission.

[0064] Therefore, when the MS1 switches a base station to be communicated with from the BS3 to the BS4, the wavelength split off by the variable WDM coupler in the BS4 is changed into the wavelength λ_{BS3} , whereby optical signals from the control station 80 are transmitted to the BS4 so that a switching of BS is achieved.

[0065] A fourth embodiment of the present invention is described with reference to Fig.9.

[0066] Fig.9 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to the fourth embodiment of the present invention.

[0067] A control station 100 and base stations (BS) are connected in a loop structure by the optical fibers 30.

[0068] In the control station 100, signals that are split off by an MUX/DEMUX 102 are converted into entrance radio signals by a variable-frequency entrance MOD 104, are frequency-multiplexed by a selective-frequency coupler 105, and are then transmitted to the BS by an E/O 106 using the sub-carrier transmission method.

[0069] In each of BS1-7, the transmitted signals are converted into frequency-multiplexed radio signals by each O/E 115, and a predetermined entrance radio frequency signal is split off from the frequency-multiplexed radio signals by a selective-frequency coupler 114. The signal split off is demodulated by a variable-frequency entrance DEM 113₁ (here, a variable-frequency entrance MODEM 113 includes the variable-frequency entrance DEM 113₁ for demodulating and a variable-frequency entrance MOD 113₂ for modulating). Digital signals demodulated by the variable-frequency entrance MOD 113₁ are converted into radio frequency signals intended for the radio communication terminals and are then radio-transmitted to the radio communication terminal (MS) via an antenna 111 by an access radio transceiver 112.

[0070] Radio signals from the radio communication terminal are received by the access radio transceiver 112 via the antenna 111, and are then converted into digital signals. The digital signals are then converted into the entrance radio signals having a frequency f_{MS1} by the variable-frequency entrance MOD 113₂. The output signals are multiplexed by the selective-frequency coupler 114 and are then transmitted to the control station or the other BS by an E/O 116 on the sub-carrier transmission.

[0071] In the control station 100, optical signals from each BS are converted into frequency-multiplexed radio signals by the O/E 107. The converted signals are split off into single-wavelength signals by the selective-frequency coupler 105. Each single-wavelength signal is demodulated into a digital signal by the variable-frequency entrance DEM 103.

[0072] When the MS1 is communicating with the BS3, the BS3 modulates information from the MS1 with a variable-frequency entrance radio signal having the frequency f_{MS1} , and then transmits the modulated signal to the control station 100 on the sub-carrier transmission.

[0073] Then, when the MS1 moves and commences to communicate with the BS4, the BS4 controls a carrier (that is the entrance radio frequency) of the variable-frequency entrance MOD 113₂, modulates information from the MS1 with the entrance radio frequency having the frequency f_{MS1} , and then transmits the modulated signal to the control station 100 on the sub-carrier optical transmission. The control station 100 still uses the same entrance radio frequency f_{MS1} for receiving, whereby the control station can continue receiving the signals from the MS1.

[0074] The switching of base stations from the BS3 to the BS4 in respect of the MS1 is thus achieved.

[0075] A fifth embodiment of the present invention is described with reference to Fig.10.

[0076] Fig.10 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to the fifth embodiment of the present invention.

[0077] A control station 120 and base stations (BS) are connected in a loop structure by the optical fibers 30.

[0078] In the control station 120, signals that are split off by an MUX/DEMUX 122 are modulated into entrance radio signals (with frequencies f_{BS1} - f_{BSN}) by a variable-frequency entrance MOD 124, are frequency-multiplexed by a selective-frequency coupler 125, and are then transmitted to each BS by an E/O 126 using the sub-carrier transmission method.

[0079] In each of BS1-7, the transmitted signals are converted into frequency-multiplexed radio signals by each O/E 135, and a signal having a frequency specific for each BS is split off from the converted signals by a selective-frequency coupler 114. The signal split off is demodulated by a variable-frequency entrance DEM 133₁ (here, a variable-frequency entrance MODEM 133 includes the variable-frequency entrance DEM 133₁ for demodulating and a variable-frequency entrance MOD 133₂ for modulating). Digital signals demodulated by the variable-frequency entrance DEM 133₁ are radio-transmitted to the radio communication terminal (MS) via an antenna 131 by an access radio transceiver 132. Radio signals from the radio communication terminal are received by the access radio transceiver 132 via the antenna 131, and are then converted into digital signals. The digital signals are then modulated into the entrance radio signals by the variable-frequency entrance MOD

133₂. The output signals are frequency-multiplexed by the selective-frequency coupler 134, and are then transmitted to the control station 120 or the other BS by an E/O 127 using the sub-carrier transmission method.

[0080] In the control station 120, optical signals from each BS are converted into frequency-multiplexed radio signals by the O/E 127. The converted signals are split off into single-wavelength signals by the selective-frequency coupler 125. Each single-wavelength signal is demodulated into a digital signal by the variable-frequency entrance DEM 123.

[0081] When the MS1 is communicating with the BS3, the control station 120 modulates the information with an entrance radio signal having the frequency f_{BS3} , and then transmits the modulated signal to the BS3 on the sub-carrier transmission.

[0082] Then, when the MS1 moves and commences to communicate with the BS4, the control station 120 controls a carrier (that is the entrance radio frequency) of the variable-frequency entrance MOD 124, converts the entrance radio frequency having the frequency f_{BS3} into the entrance radio frequency having the frequency f_{BS4} , and then transmits the converted signal to the BS4 using the sub-carrier optical transmission method. Thus, the control station 120 controls a carrier of the variable-frequency entrance MOD 124 so that the control station can change a destination of signals from the BS3 to the BS4, that is, the switching of base stations is achieved.

[0083] A sixth embodiment of the present invention is described with reference to Fig. 11.

[0084] Fig. 11 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to the sixth embodiment of the present invention.

[0085] A control station 140 and base stations (BS) are connected into a loop structure by the optical fibers 30.

[0086] In the control station 140, signals that are split off by an MUX/DEMUX 142 are modulated into entrance radio signals (with frequencies f_{BS1} - f_{BSN}) by a variable-frequency entrance MOD 144, are frequency-multiplexed by a selective-frequency coupler 145, and are then transmitted to each BS by an E/O 146 using the sub-carrier transmission method.

[0087] In each of BS1-7, the transmitted signals are converted into frequency-multiplexed radio signals by each O/E 155, and a signal having a predetermined frequency is split off from the converted signals by a selective-frequency coupler 154. The signal split off is demodulated by a variable-frequency entrance DEM 153₁ (here, a variable-frequency entrance MODEM 153 includes the variable-frequency entrance DEM 153₁ for demodulating and a variable-frequency entrance MOD 153₂ for modulating). Digital signals demodulated by the variable-frequency entrance DEM 153₁ are radio-transmitted to a radio communication terminal (MS) via an antenna 151 by an access radio transceiver 152.

[0088] Radio signals from the radio communication

terminal are received by the access radio transceiver 152 via the antenna 151, and are then converted into digital signals. The digital signals are then converted into the entrance radio signals by the variable-frequency entrance MOD 153₂. The output signals are multiplexed by the selective-frequency coupler 154, and are then transmitted to the control station 120 or the other BS by an E/O 156 on the sub-carrier transmission.

[0089] In the control station 140, optical signals from each BS are converted into frequency-multiplexed radio signals by the O/E 147. The converted signals are split off into single-wavelength signals by the selective-frequency coupler 145. Each single-wavelength signal is demodulated into a digital signal by the variable-frequency entrance DEM 143.

[0090] When the MS1 is communicating with the BS3, the control station 140 modulates the information with an entrance radio signal having the frequency f_{BS3} , and then transmits the modulated signal to the BS3 on the sub-carrier transmission.

[0091] Then, even when the MS1 moves and commences to communicate with the BS4, the control station 140 still uses the entrance radio frequency having the frequency f_{BS3} for transmitting using the sub-carrier optical transmission method. At the same time, the BS4 controls the variable selective-frequency coupler 154 such that the BS4 uses the frequency f_{BS3} for splitting off, and then receives the entrance radio signal having the frequency f_{BS3} from the control station 140. Thus, without any operation on switching of frequencies, the control station can change the destination of signals from the BS3 to the BS4, and the switching of BS is achieved.

[0092] A seventh embodiment of the present invention is described with reference to Figs. 12 and 13.

[0093] Figs. 12 and 13 are diagrams partially showing schematics of a radio communication system according to the seventh embodiment of the present invention.

[0094] This embodiment shows the case that the radio communication terminal moves from the Cluster 1 to the Cluster 2 over the communication network organized into a cluster structure, and Figs. 12 and 13 show the aspects of uplink and downlink controls, respectively.

[0095] In Fig. 12, when the MS1 is communicating with the BS6, the BS6 transmits information from the MS1 to a cluster control station 1 with the wavelength λ_{MS1} .

[0096] Then, when the MS1 moves and changes a cluster in order to commence to communicate with the BS2, in this embodiment, the cluster control station 1 in the Cluster 1 then transmits signals sent from the MS1 and intended for the cluster control station 2 in the Cluster 2 to the control station 160 with the same wavelength λ_{MS1} as one used by the BS6 for transmitting before the movement of the MS1.

[0097] When the wavelength λ_{MS1} is not being used in the Cluster 2, the control station 160 then relays and transmits signals sent from the MS1 and carried on the

wavelength λ_{MS1} from the cluster control station 1 to the cluster control station 2 without converting of wavelengths.

[0098] When the wavelength λ_{MS1} is being used in the Cluster 2, the control station 160 then converts the wavelength λ_{MS1} sent from the cluster control station 1 into a wavelength $\lambda_{MS1'}$ that is not used in the Cluster 2, and then transmits the converted signals to the cluster control station 2.

[0099] Then, in the Cluster 2 that the MS1 moves into, the BS2 transmits signals sent from the MS1 to the cluster control station 2 with the same wavelength λ_{MS1} as one used by the BS6 in Cluster 1 for transmitting to the cluster control station 1 before the movement of the MS1. In the case that the wavelength λ_{MS1} is being used in the Cluster 2, the BS2 in the Cluster 2 transmits the signals to the cluster control station 2 with the wavelength $\lambda_{MS1'}$ that is not being used in the Cluster 2.

[0100] The radio communication terminal can thus switch of clusters and of base stations, with achieve a seamless handover between clusters.

[0101] In Fig. 13, when the MS1 is communicating with the BS6 in the Cluster 1, the BS6 receives information from the cluster control station 1 with the wavelength λ_{MS1} .

[0102] Then, when the MS1 moves and changes a cluster in order to commence to communicate with the BS2 in the Cluster 2, in this embodiment, the cluster control station 1 in the Cluster 1 then transmits signals intended for the MS1 to the BS2 in the Cluster 2 via the control station 160 with the same wavelength λ_{MS1} as one used by the cluster control station 1 for transmitting to the BS6 before the movement of the MS1.

[0103] When the wavelength λ_{MS1} is not being used in the Cluster 2, the control station 160 then relays and transmits signals sent from MS1 and carried on the wavelength λ_{MS1} from the cluster control station 1 to the cluster control station 2 without converting of wavelengths.

[0104] When the wavelength λ_{MS1} is being used in the Cluster 2, the control station 160 then converts the wavelength λ_{MS1} sent from the cluster control station 1 into the wavelength $\lambda_{MS1'}$ that is not being used in the Cluster 2, and then transmits the converted signals to the cluster control station 2.

[0105] The cluster control station 2 then transmits signals intended for the MS1 with the wavelength λ_{MS1} or $\lambda_{MS1'}$ to the BS2 with which the MS1 is currently communicating. The BS2 then converts the received signals into signals having the access radio (a radio communication between the BS and the radio communication terminal) frequency, and then radio-transmits the converted signals to the MS1.

[0106] The radio communication terminal can thus switch of clusters and of base stations, with a seamless handover between clusters.

[0107] Although, in the context of the above-mentioned embodiments 1-7, the WDM couplers are de-

scribed to include a coupler for combining and a coupler for splitting off in some cases (for example, Fig.4, Fig. 6, and Fig.8), it is an exemplified description to emphasize a function to combine and a function to split off, and a single WDM coupler provided with these two functions can be employed.

[0108] Also, a plurality of base stations and a control station that controls the plurality of base stations may be connected with the sub-carrier optical transmission with the radio signals for mobile communication instead of the entrance radio signals.

[0109] As described above, according to the embodiments 1-7 of the present invention, in the network system of radio base stations in which the plurality of base stations and the control station that controls those base stations are connected using the wavelength multiplexing transmission method, a wavelength is assigned to a communication between the base station and the radio communication terminal, and when the mobile terminal moves and the switching of base stations arises, wavelengths used for transmission of information in base stations and control stations are controlled so that the control station can dispense with any operation of switching, resulting in a simplified control operation.

[0110] Also, by applying sub-carrier optical transmission to control frequencies of sub-carriers on this network system of radio base stations, the same effect is obtained.

[0111] Further, by applying these embodiments of the present invention to a network organized into a cluster structure, a highly scalable network system of radio base stations is achieved, and the radio communication terminals can roam among the clusters.

[0112] An eighth embodiment of the present invention is described with reference to Figs.14 and 15. Fig.14 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to the eighth embodiment of the present invention.

[0113] During performing soft handover, a signal sent from a single mobile station is converted into two respective optical signals independently at two base stations. The control station receives and monitors those two optical signals in order to achieve handover. According to the above-mentioned embodiments 1-7, although these two optical signals arrive at the control station 201 at different times depending on at which base station they are converted, these two optical signals are received at the same receiver in the control station since they have the same wavelength. This might cause interference between these signals and make it difficult to establish communications. In this embodiment, therefore, a process of equalization is performed in a subsequent stage of the optical receiving device.

[0114] In Fig.14, a control station 201 and a plurality of base stations (referred to as BS1-BS7 hereinafter, as an example) are connected in a loop structure by optical fiber cables. The WDM is applied here, for example. The base station is provided in each cell and controls radio

communications with radio communication terminals that are located within each cell. Any type of optical fibers or any optical fibers with arbitrary performance may be used, and any interval between base stations may be employed. Also, it is assumed that the control station and each base station mutually communicate in optical signals using the wavelength multiplexing transmission method.

[0115] The control station 201 includes a controller 202, an MUX/DEMUX 203, a variable-wavelength light source 204, a WDM coupler 205, an optical receiving device 206, and a diversity equalizer 207.

[0116] The controller 202 controls communications between the network of the base stations (BS1-BS7) that are managed by the control station 201 and the external communication network (that is the backbone network).

[0117] The MUX/DEMUX 203 splits off multiplexed signals received from the backbone network, and multiplexes signals to be transmitted to the backbone network.

[0118] The variable-wavelength light source 204 (supporting N types of wavelengths 1-N) converts an electric signal to be transmitted into an optical signal having a wavelength specific for each destination mobile station. It is here assumed that a single wavelength is assigned to each mobile station, and the variable-wavelength light source is also provided to accommodate each wavelength, that is, the variable-wavelength light source is provided to meet the supposed maximum number of mobile stations that can be accepted.

[0119] The WDM coupler 205 combines optical signals to be transmitted having different wavelengths, and splits off a received combined optical signal into single-wavelength optical signals split off by wavelength.

[0120] The optical receiving device 206 that includes a plurality of optical receivers receives and converts the single-wavelength optical signals split off by wavelength into electric signals. It is here assumed that a single wavelength is assigned to each mobile station, and the optical receiving device is also provided for each wavelength, that is, the optical receiving device is provided to meet the supposed maximum number of mobile stations that can be accepted. In other words, optical signals that are converted from signals transmitted from an identical mobile station are converted into electric signals by an identical receiver, irrespective of which base station transmits each of those optical signals.

[0121] The diversity equalizer 207 is provided subsequently to the optical receiving device 206. Among signals received and converted into electric signals, the diversity equalizer 207 combines only signals that are sent from an identical mobile station, that is, that have the same wavelength at the input stage of the control station 201, in order to equalize the received signals having arrived at different times.

[0122] Taking the base station BS2 as an example, a configuration of each base station is then described. It

is assumed that every base station has the same configuration. Each base station has a WDM coupler 208, an optical receiver 209, an access radio transceiver 210, an antenna 211, a radio transceiver 212, an access MO-DEM 213, and a variable-wavelength light source 214.

[0123] The WDM coupler 208 splits off and takes in an optical signal having a wavelength specific for the base station among the combined optical signals transmitted from the control station 201, and combines optical signals to be transmitted to the control station 201.

[0124] The optical receiver 209 receives optical signals taken into by the WDM coupler 208, and then converts them into electric signals.

[0125] The access radio transceiver 210 includes a radio transceiver 212 radio-communicating with the mobile stations via the antenna 211, and an access MO-DEM 213 modulating and demodulating the received signals and the signals to be transmitted.

[0126] The variable-wavelength light source 214 receives electric signals received from the mobile station and then converts them into optical signals having a wavelength specific for that mobile station.

[0127] Before describing the operation of the above-mentioned configuration, the above-mentioned interference that may occur during handover is described. Fig. 15 is a schematic diagram to explain the time difference that may cause interference, in case of not providing diversity equalizing parts in the control station. In Fig. 15, for simplicity, it is assumed that the mobile station MS is under handover between the base station BS1 and the base station BS2. In case of mobile stations communicating via the base station BS1, that communication continues through the base station BS2 and the base station BS3 (hereinafter, referred to as a route r1) to arrive at the control station 201. In case of mobile stations communicating via the base station BS2, that communication continues through the base station BS3 (hereinafter, referred to as a route r2) to arrive at the control station 201.

[0128] The control station 201 receives signals passed through the route r1 and signals passed through the route r2 at the same time, and monitors and compares the quality of both connections in order to perform handover.

[0129] For simplifying here, in Fig. 15 a radio circuit part 301 comprehensively represents components necessary for transmitting and receiving signals, except the coupler 208 and the antenna 211 in the base stations BS1-BS3.

[0130] As described in Fig. 15, it is assumed here that t1 represents a time required for transferring signals from the mobile station MS to the base station BS1, t2 represents a time required for transferring signals from the mobile station MS to the base station BS2, t12 represents a time required for transferring signals from the base station BS1 to the base station BS2 via the route r1, and t represents a time required for transferring signals from the base station BS2 to the control station 201

via the routes r_1 and r_2 , whereby a total time required for transferring via the route r_1 equals to $t+t_1+t_{12}$, and a total time required for transferring via the route r_2 equals to $t+t_2$.

[0131] Therefore, even though transmitted from the same mobile station MS, a time lag $\Delta t = |t_1 + t_{12} - t_2|$ arises for arrival at the control station 201 between the signals via the route r_1 and the signals via the route r_2 .

[0132] The times required to transfer t_1 , t_2 , and t_{12} are values that always vary because of the position of the mobile station MS, the condition of installation of the base station BS, and any other factors of a communication environment. Therefore, it is difficult to accomplish the above time-adjustment.

[0133] As described above, since both signals routed in the route r_1 and the route r_2 have the same wavelength, those signals interfere with each other at the optical receiver in the control station as the result of the above-mentioned time lag. Therefore, even though soft handover is achieved by receiving the signal via the route r_1 and the signal via the route r_2 at the same time and monitoring the quality of connections, establishing and maintaining communication during performing a soft handover may be difficult.

[0134] The diversity equaling part 207 is provided to avoid such difficulties from arising. When optical signals having the same wavelength are received, after these signals are converted into electric signals by the optical receiving device 206, the diversity equaling part 207 equalizes the converted received signals. Since all signals including the delayed waves are equalized by this process, the above-mentioned interference is avoided, and the diversity effect is obtained, whereby the quality of connection increases.

[0135] The operation of the radio communication system shown in Fig. 14 will now be then described. It is assumed here that there are the mobile stations MS1 and MS2, and the wavelength λ_{MS1} is assigned to the mobile station MS1 as the wavelength specific for the MS1 and the wavelength λ_{MS2} is assigned to the mobile station MS2 as the wavelength specific for the MS2.

[0136] It is assumed now that the mobile station MS1 is located in a cell under control of the base station BS3. A signal transmitted for the mobile station MS1 via the backbone network is firstly received by the controller 202 in the control station 201, and is then fed to the MUX/DEMUX 203.

[0137] The transmission signal intended for the mobile station MS1 is then split off by the MUX/DEMUX 203, and is converted into the optical signal having the wavelength λ_{MS1} by the variable-wavelength optical source 204.

[0138] The transmission signal intended for the mobile station MS1 is then combined with signals having other wavelengths by the WDM coupler 205, and is transmitted by the control station 201.

[0139] The transmission signals for the mobile station MS1 that are passed thus through the network of radio

base stations are split off and taken into the WDM coupler 208 in the base station BS3.

[0140] Then, the transmission signals intended for the mobile station MS1 are converted into electrical signals by the optical receiver 209, are modulated by the access MODEM 213 in the access radio transceiver 210, and are then transmitted to the mobile station MS1 via the antenna 211 by the radio transceiver 212.

[0141] On the other hand, a signal transmitted from the mobile station MS1 is firstly received by the radio transceiver 212 in the access radio transceiver 210 via the antenna 211 in the base station BS3, is demodulated by the access MODEM 213, and is then transmitted to the variable-wavelength optical source 214.

[0142] Then, the transmission signal sent from the mobile station MS1 is converted into an optical signal having the wavelength λ_{MS1} by the variable-wavelength optical source 214, is combined by the WDM coupler 208, and is then transmitted to the control station 201 using the wavelength multiplexing transmission method.

[0143] Then, the transmission signal sent from the mobile station MS1 is split off and taken into the WDM coupler 205 in the control station 201.

[0144] Then, the transmission signal sent from the mobile station MS1 is converted into an electric signal, and is then transferred to the diversity equalizer 207 by the optical receiver for MS1 in the optical receiving device 206 that is the optical receiver specific for the wavelength λ_{MS1} .

[0145] Then, the transmission signal sent from the mobile station MS1 is equalized when there are some components arriving with time differences in the same-wavelength signal, and is then transferred to the MUX/DEMUX 203.

[0146] Then, the transmission signal from the mobile station MS1 is multiplexed, and is transferred to the backbone network via the controller 202.

[0147] It is here regarded that the mobile station MS1 moves from a cell under control of the base station BS3 to another cell under control of the base station BS4. As described above, during handover, each of the base station BS3 and the base station BS4 converts the signal received from the mobile station MS1 into the optical signal having the wavelength λ_{MS1} , and transfers the optical signal to the control station 201.

[0148] The control station 201 near-simultaneously receives signals routed via the base station BS3 and signals routed via the base station BS4, and monitors the quality of both connections.

[0149] The optical signal having the wavelength λ_{MS1} transmitted from the base station BS3 and the optical signal having the wavelength λ_{MS1} transmitted from the base station BS4 arrive at the control station 201 with the time difference that always varies, as described above.

[0150] All received signals having the wavelength λ_{MS1} are converted into electric signals by the same op-

tical receiver, irrespective of which base station transmits each of those signals.

[0151] The converted electric signals received from the mobile station MS1 under handover including the delayed waves are equalized by the diversity equalizer 207, as described above.

[0152] Since the signals transmitted from the mobile station MS1 under handover are thus equalized irrespective of through which base station those signals pass, the interference due to the time difference of arrival at the control station can be eliminated, and the effect of diversity can be obtained.

[0153] Therefore, during handover of the mobile station, the control station near-simultaneously receives signals transmitted from the mobile stations in order to monitor the condition of connections to perform handover, while signals transmitted from all possible destination base stations of the handover are equalized rather than only a single signal from either of the possible destination base stations being handled as the received signal. Consequently the quality of telephone speech can be retained during the handover, irrespective of the position and the movement of the mobile station and other factors of the communication environment.

[0154] Although it is described that the diversity equalizer 207 equalizes all signals transmitted from the mobile station under handover in this context, the diversity equalizer 207 may equalize only chosen signals with the known aspect and method in order to further increase the quality of communication.

[0155] Fig.16 is a diagram partially showing a schematic of a radio communication system according to the ninth embodiment of the present invention. This embodiment has a configuration similar to the one of the configurations according to the eighth embodiment, however this embodiment uses a sub-carrier optical transmission method instead of wavelength multiplexing transmission method as the transmission method in the communication network including the plurality of base stations under control of the control station.

[0156] In Fig.16, a variable-wavelength entrance MOD 401 modulates a signal split off by the MUX/DEMUX 203 into an entrance radio signal. In frequencies of the entrance radio signals, a different frequency is assigned to each mobile station. It is here assumed that there are N mobile stations and they respectively employ one of the frequencies f_{MS1} - f_{MSN} .

[0157] A selective-frequency coupler 402 frequency-multiplexes the entrance radio signals that are converted such that each converted signal has a different frequency for each destination mobile station, and splits off the signals having the wavelength specific for each base station among the multiplexed signal received and taken into.

[0158] An E/O 403 puts the frequency-multiplexed signal onto an optical sub-carrier, and transmits the optical sub-carrier to the communication network using the sub-carrier optical transmission method.

[0159] An O/E 404 converts the received optical signal into a frequency-multiplexed radio signal. A variable-wavelength entrance DEM 405 demodulates the entrance radio signal.

[0160] The entrance MODEM 406 demodulates the entrance radio signal taken into, and modulates the signal received from the mobile station into the entrance radio signal.

[0161] Even though the transmission method is thus switched to the sub-carrier optical transmission method, the process during the handover is not changed, so that by equalizing the received signals with the diversity equalizer 207 after wave-splitting, whereby the effect similar with one of the eighth embodiment is obtained.

[0162] Also, the ninth embodiment can be employed with a configuration of the control station and each base station depending with the optical receivers and the variable-wavelength optical sources so as to obtain a reduction of configuration and/or processing steps.

[0163] Fig.17 is a diagram partially showing a schematic of the radio communication system according to the tenth embodiment of the present invention. This embodiment has a configuration similar to the configuration of the ninth embodiment, however the tenth embodiment uses the access radio signals instead of the entrance radio signals.

[0164] In Fig.17, a variable-frequency MOD 501 modulates the signal split by the MUX/DEMUX 203 into the access radio signal. In frequencies of the access radio signals, a different frequency is assigned to each mobile station. It is here assumed that there are N mobile stations and they respectively employ one of the frequencies f_{MS1} - f_{MSN} . A variable-frequency access DEM 502 demodulates the access radio signal.

[0165] In the sub-carrier optical transmission method, the access radio signal used in the radio communication between each base stations and the mobile station is thus utilized for the radio signal at a stage before being carried on the sub-carrier so that it becomes possible for each base station to dispense with the modulator/demodulator for the access radio signal, and further reduction of configuration and/or processing steps in the base station can be obtained than in the eleventh embodiment. It is also clear that an effect similar to the one of the eighth embodiment can be obtained as well.

[0166] Although the case is described to frequency-multiplex the signals to be carried on the optical sub-carrier (that is FDMA) in the contexts of the ninth and tenth embodiments, other methods, for example, time-division multiplexing (TDMA), code division multiplexing (CDMA), can be used. In those cases, the splitting part in the control station and each base station would be a corresponding one for the method used.

[0167] Also, although the case is mainly described that the plurality of base stations are connected in the loop structure in the communication network under control of the control station in the context of the above-mentioned embodiments, the base station network ac-

cording to the present invention can be organized into a mesh structure as shown in Fig.18 and into a cluster structure as shown in Fig.19, as well as the examples shown in the seventh embodiment.

[0168] In the case of Fig.18, the base station BS5 become a control station 601, while, in the case of Fig.19, there is a cluster control stations 701 respectively controlling each cluster and a control station 702 controlling the plurality of cluster control stations 701. Each control station corresponds to the control station described in the eighth to tenth embodiments.

[0169] Further, although, in the context of all the above-mentioned embodiments, performing handover is limited to the example of a radio communication terminal that is a mobile station, other communication terminals communicating with the network of radio base stations directly or via the external communication network connected with the radio base station network through the control station are not limited to the mobile radio terminals and may be stationary wired terminals such as personal computers, mobile wired terminals such as PDAs, and stationary wireless terminals such as wireless LANs.

[0170] Furthermore, although in the contexts of all the above-mentioned embodiments, the WDM coupler is described as an example of the device for splitting and combining the optical signals, these embodiments are not limited to the WDM coupler, and the present invention can employ any other devices that can split and combine the optical signals by wavelength and can have an arbitrary configuration and form. The present invention can employ for example a device comprising a variable-wavelength filter such as OADM (Optical Add-Drop Multiplexer), or AOTF (Acoustic Optical Tunable Filter).

[0171] As described above, according to the base station network of the present invention, the wavelength of the optical signal transmitted from the base station through the optical fiber cable to the control station is specific for each mobile station, so that, although the mobile station is under handover, the control station can receive all that mobile station's transmissions with the single optical receiver. Therefore, by having a configuration dispensing with the selective switch compared to the prior art, it becomes possible to reduce configuration and processing steps.

[0172] Also, in the control station, the equalizing part is provided at the subsequent stage of the optical receiver, so that, when the control station receives the optical signals having the same wavelength from the different base stations, it becomes possible to avoid those signals interfering with each other, to obtain the effect of diversity, and to increase the quality of communication during the soft handover of the mobile station.

Claims

1. A network system of radio base stations comprising base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers using a wavelength multiplexing transmission method, wherein:

the base station comprises a variable-wavelength transmitter for transmitting an optical signal having a predetermined wavelength, and an optical coupler for combining optical signals from the variable-wavelength transmitter in order to transmit the optical signals using the wavelength multiplexing transmission method; the control station comprises a plurality of optical receivers for receiving wavelengths of the optical signals transmitted using the wavelength multiplexing transmission method, and an optical coupler for splitting the wavelength-multiplexed optical signals transmitted from the base stations to the optical receivers by wavelength; and

when the radio communication terminal communicating with the base station moves and changes the base station to communicate with, a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal controls the wavelength of the variable-wavelength transmitter, and then transmits the optical signals to the control station with the same wavelength as one used for transmitting by a previous base station which communicates with the radio communication terminal before the movement.

2. The network system of radio base stations as claimed in claim 1, characterized in that:

the optical coupler provided in the base station splits off only a particular wavelength from the optical signals with a plurality of wavelengths to be transmitted using the wavelength multiplexing transmission method, and the base station further comprises an optical receiver for receiving optical signals split off by the optical coupler;

the control station further comprises a plurality of variable-wavelength optical transmitters for transmitting the optical signals used in the wavelength multiplexing transmission method, and the optical coupler provided in the control station combines the optical signals from the variable-wavelength optical transmitter in order to transmit the optical signals with the wavelength multiplexing transmission method; and

when the radio communication terminal communicating with the base station moves and changes the base station to communicate with, the control station controls the wavelength of the variable-wavelength transmitter, and then transmits the optical signals to the new base station with a wavelength intended for use by the new base station.

3. The network system of radio base stations as claimed in claim 1, **characterized in that:**

the optical coupler provided in the base station is a variable optical coupler and varies a wavelength to be split off from the optical signals having a plurality of wavelengths transmitted using the wavelength multiplexing transmission method, and the base station comprises an optical receiver for receiving the optical signals split off by the variable optical coupler; and when the radio communication terminal communicating with the base station moves and changes the base station to communicate with, the control station does not change the wavelength of the optical signals to be transmitted to the base station even when the radio communication terminal changes the base station to be communicate with, and the new base station splits off and receives the optical signals of the same wavelength from the control station with the variable optical coupler.

4. The network system of radio base stations as claimed in each of claims 1-3, **characterized in that:**

the base station further comprises a radio signal demodulator for mobile communication for demodulating radio signals received from the radio communication terminal and for converting the demodulated signals into digital signals, an optical transmitter for converting the digital signals intended for the control station converted by the radio signal demodulator for mobile communication into optical signals to be transmitted using the wavelength multiplexing transmission method, an optical receiver for receiving optical signals transmitted by wavelength-multiplexing from the control station, and a radio signal modulator for mobile communication for converting the digital signals converted by the optical receiver into radio frequency signals for mobile communication; and the control station further comprises an optical receiver for converting the optical signals received from the base station and transmitted using the wavelength multiplexing transmission method into digital signals, and an optical trans-

mitter for converting digital signals intended for the base station into wavelength-multiplexed optical signals.

5. The network system of radio base stations as claimed in each of claims 1-3, **characterized in that:**

the base station further comprises a radio signal demodulator for mobile communication for demodulating radio signals for mobile communication received from the radio communication terminal and for converting the demodulated signals into digital signals, an entrance radio signal modulator for converting the digital signals converted by the radio signal demodulator for mobile communication into entrance radio signals, an optical transmitter for converting the entrance radio signals converted by the entrance radio signal modulator into optical signals in order to transmit the optical signals using the sub-carrier optical transmission method, an optical receiver for converting the entrance radio signals transmitted using the sub-carrier optical transmission method into electrical signals, an entrance radio signal demodulator for converting the converted electrical entrance radio signals into digital signals, a radio signal modulator for mobile communication for converting the digital signals converted by the entrance radio signal demodulator into radio frequency signals for mobile communication; and

the control station further comprises an optical receiver for converting optical signals transmitted with the entrance radio signals sent from the base station using the sub-carrier optical transmission method into electrical signals, an entrance radio signal demodulator for converting the converted electrical entrance radio signals into digital signals, an entrance radio signal modulator for converting the digital signals intended for base stations into the entrance radio signals, and an optical transmitter for converting the entrance radio signals converted by the entrance radio signal modulator into optical signals in order to transmit the optical signals using the sub-carrier optical transmission method.

6. The network system of radio base stations as claimed in each of claims 1-3, **characterized in that:**

the base station further comprises an optical transmitter for converting radio signals received from the radio communication terminal into optical signals in order to transmit the op-

tical signals using the sub-carrier optical transmission method, and an optical receiver for converting optical signals transmitted with radio signals received from the control station using the sub-carrier optical transmission method into electrical signals; and

the control station further comprises an optical receiver for converting optical signals transmitted with radio frequency signals for mobile communication using the sub-carrier optical transmission method into electrical signals, a radio signal demodulator for mobile communication for converting the converted electrical radio frequency signals for mobile communication into digital signals, a radio signal demodulator for mobile communication for converting the digital signals intended for the base stations into radio frequency signals for mobile communication, and an optical transmitter for converting the radio frequency signals for mobile communication converted by the radio signal demodulator for mobile communication into optical signals to be transmitted using the sub-carrier optical transmission method.

7. A network system of radio base stations comprises base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers with a sub-carrier optical transmission, wherein:

the base station comprises a radio signal demodulator for mobile communication for demodulating radio signals for mobile communication received from the radio communication terminal and for converting the demodulated signals into digital signals, a variable-frequency entrance radio signal modulator for converting the signals converted by the radio signal demodulator for mobile communication into entrance radio signals, an optical receiver for converting radio signals transmitted from the control station or other base stations using the sub-carrier optical transmission method into electrical signals, and a coupler for combining an output of the optical receiver and an output of the variable-frequency entrance radio signals modulator;

the control station comprises: an optical receiver for converting optical signals transmitted with the entrance radio signals using the sub-carrier optical transmission method into electrical signals, a selective-frequency coupler for splitting off the outputs from the optical receiver by frequency, and an entrance radio signal demodulator for converting each entrance radio signal split off by the selective-frequency cou-

pler into digital signals; and

when the radio communication terminal communicating with the base station moves and changes the base station to communicate with, a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal controls a carrier frequency of the variable-frequency entrance radio signals modulator, and transmits the entrance radio signals to the control station on the same frequency as one used for transmitting by a previous base station which communicates with the radio communication terminal before the movement.

8. The network system of radio base stations as claimed in claim 7, **characterized in that:**

the base station comprises an optical receiver for converting the entrance radio signals transmitted using the sub-carrier optical transmission method into electrical signals, a selective-frequency coupler for splitting off a predetermined frequency signal from the outputs of the optical receiver, an entrance radio signal demodulator for converting the entrance radio signals split off by the selective-frequency coupler into digital signals, and a radio signal modulator for mobile communication for converting the digital signals converted by the entrance radio signal demodulator into radio frequency signals for mobile communication;

the control station comprises a variable-frequency entrance radio signal modulator for converting digital signals intended for base stations into the entrance radio signals, a coupler for combining the output of the variable-frequency entrance radio signal modulator, and an optical transmitter for converting the entrance radio signals converted by the entrance radio signal modulator into optical signals in order to transmit the optical signals using the sub-carrier optical transmission method; and when the radio communication terminal communicating with the base station moves and changes the base station to communicate with, the control station controls and converts the carrier frequency of the variable-frequency entrance radio signal modulator that converts the digital signals intended for base stations into the entrance radio signals, into the entrance radio frequency intended for use by the new base station.

9. The network system of radio base stations as claimed in claim 7, **characterized in that:**

the base station further comprises an optical re-

ceiver for converting radio signals having a plurality of frequencies and transmitted using the sub-carrier optical transmission method into electrical signals, a variable selective-frequency coupler for splitting off only predetermined frequencies, and a radio signal modulator for mobile communication for converting the electrical signals split off by the variable selective-frequency coupler into radio frequency signals for mobile communication;

the control station further comprises a plurality of entrance radio signal modulators for converting the digital signals intended for the base stations into entrance radio signals, a coupler for multiplexing the electrical signals from the entrance radio signal modulators, and an optical transmitter for converting outputs of the coupler into optical signals in order to transmit the optical signals using the sub-carrier optical transmission method; and

when the radio communication terminal communicating with the base station moves and changes the base station to communicate with, the control station does not change the carrier frequency of the variable-frequency entrance radio signal modulator even when the radio communication terminal changes the base station to be communicated with and the new base station changes the frequency for splitting in the variable selective-frequency coupler into a frequency of the entrance radio signal intended for use of the previous base station.

10. The network system of radio base stations as claimed in each of claims 1-9, **characterized in that:**

the network system of radio base stations is organized in a loop structure, wherein the network system comprises the base stations provided in the plurality of cells and the control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by the optical fibers.

11. The network system of radio base stations as claimed in each of claims 1-9, **characterized in that:**

the network system of radio base stations is organized in a mesh structure, wherein the network system comprises the base stations provided in the plurality of cells and the control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by the optical fibers.

12. The network system of radio base stations as

claimed in each of claims 1-9, **characterized in that:**

the network system of radio base stations is organized in a cluster structure, wherein the network system comprises the base stations provided in the plurality of cells and the control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by the optical fibers.

13. The network system of radio base stations as claimed in claim 12, **characterized in that:**

the network system of radio base stations further comprises an upper-level control station for controlling cluster control stations; and when the radio communication terminal communicating with the base station moves and changes the cluster to communicate with, a cluster control station used by the radio communication terminal before the movement transmits signals sent from the radio communication terminal to a new cluster control station which communicates with the radio communication terminal after the movement via the upper-level control station with the same wavelength as one used for transmitting optical signals by the previous base station, and the new cluster control station transmits signals sent from the radio communication terminal to the new cluster control station with the same wavelength as one used for transmitting optical signals by the previous base station.

14. The network system of radio base stations as claimed in claim 12, **characterized in that:**

the network system of radio base stations further comprises an upper-level control station for controlling cluster control stations; when the radio communication terminal communicating with the base station moves and changes the cluster to communicate with, a previous cluster control station which communicates with the radio communication terminal before the movement transmits signals intended for the radio communication terminal via the upper-level control station and a new cluster control station on the same wavelength as one used for transmitting optical signals to the previous base station, and the new cluster control station transmits signals intended for the radio communication terminal to the new cluster control station with the same wavelength as one used for transmitting optical signals to the previous base station.

15. The network system of radio base stations as claimed in one of claim 13 or 14, **characterized in that:**

the upper-level control station comprises an optical wavelength converting part; and when a wavelength of the optical signals used for transmission to the previous base station is used in the new cluster, the upper-level control station converts the wavelength into one that is not being used in the new cluster by the wavelength converting part, and transmits the optical signals to the cluster control station in the new cluster.

16. A network system of radio base stations comprising a plurality of base stations communicating with radio communication terminals, a control station comprehensively controlling the base stations and communicating with an external communication network, and optical fiber lines connecting the base stations and the control station, in which each of the base stations receives signals transmitted by the radio communication terminal, converts the received signals into optical signals, and then transmits the converted optical signals to the control station via the optical fiber lines; wherein:

each of the base stations comprises a signal converting part for converting signals transmitted from the radio communication terminal into optical signals having different wavelengths assigned particularly to each of the sending radio communication terminals; and the control station comprises an optical signal receiving part for receiving via the optical fiber lines near-simultaneously optical signals having an identical wavelength that are converted respectively by the signal converting part from signals transmitted from the same radio communication terminal and received by at least two base stations, and for converting the received signals into electrical signals to be output, and an equalizing part for equalizing the output signals.

17. The network system of radio base stations as claimed in claim 16, **characterized in that:**

each of the base stations and the control station are connected in a loop structure.

18. The network system of radio base stations as claimed in claim 16, **characterized in that:**

each of the base stations and the control station are connected in a mesh structure.

19. The network system of radio base stations as claimed in claim 16, **characterized in that:**

each of the base stations and the control station are connected in a cluster structure.

20. The network system of radio base stations as claimed in each of claims 16-19, **characterized in that:**

a wavelength multiplexing transmission method is applied to the communication between each of the base stations and the control station.

21. The network system of radio base stations as claimed in each of claims 16-19, **characterized in that:**

a sub-carrier optical transmission method is applied to the communication between each of the base stations and the control station, each of which sub-carrier optical signals carries signals frequency-multiplexed from the entrance radio signals.

22. The network system of radio base stations as claimed in each of claims 16-19, **characterized in that:**

a sub-carrier optical transmission method is applied to the communication between each of the base stations and the control station, each of which sub-carrier optical signals carries signals frequency-multiplexed from access radio signals,

wherein the access radio signal is used for radio communication between each base station and the radio communication terminals.

23. A control station which controls a network system of radio base stations comprising a plurality of base stations communicating with radio communication terminals, and optical fiber lines, further comprising:

an optical signal receiving part for receiving via the optical fiber lines near-simultaneously optical signals having a different wavelength assigned particularly to each sending radio communication terminal that are converted respectively by the signal converting part from signals transmitted from an identical radio communication terminal and received by at least two base stations, and for converting the received signals into electric signals to be output; and an equalizing part for equalizing the output signals.

24. A method for switching of base stations in a network system of radio base stations comprising base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers, wherein:

a wavelength for transmission from the base station to the control station is set at the beginning of a communication between the base station and the radio communication terminal, and this wavelength for transmission is fixed while the radio communication terminal is communicating; and
even when the radio communication terminal moves and changes the base station to communicate with, a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal transmits information from the radio communication terminal to the control station on the wavelength for transmission set for the radio communication terminal.

25. A method for switching of base stations in a network system of radio base stations comprising base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers, wherein:

the control station comprises a variable-wavelength transmitter; and
a different wavelength for transmission from the control station to the base station is set for each base station, and when the radio communication terminal moves and changes the base station to communicate with, the control station controls a wavelength of the variable-wavelength transmitter and transmits information intended for the radio communication terminal to a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal, on the wavelength for transmission set for a new base station which communicates with the radio communication terminal after the movement.

26. A method for switching of base stations in a network system of radio base stations comprising base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers, wherein:

a different wavelength for transmission from the control station to the base station is set for each

base station, and when the radio communication terminal moves and changes the base station to communicate with, the control station transmits information of the radio communication terminal to a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal on the wavelength for transmission set for a previous base station which communicates with the radio communication terminal before the movement.

27. A method for switching of base stations in a network system of radio base stations comprising base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers with a sub-carrier optical transmission, wherein:

an entrance radio signal for a sub-carrier optical transmission from the base station to the control station is set at the beginning of a communication between the base station and a radio communication terminal, and the entrance radio signal is fixed while the radio communication terminal is communicating; and
even when the radio communication terminal moves and changes the base station to communicate with, a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal transmits information of the radio communication terminal to the control station with the entrance frequency signal set for the radio communication terminal using the sub-carrier optical transmission method.

28. A method for switching of base stations in a network system of radio base stations comprising base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers with the sub-carrier optical transmission, wherein:

a different entrance radio signal sent from the control station to the base station is set for each base station; and

when the radio communication terminal moves and changes the base station to communicate with, the control station transmits information intended for the radio communication terminal to a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal with the entrance radio signal set for the new base station using the sub-carrier optical transmission.

sion method.

29. A method for switching of base stations in a network system of radio base stations comprising base stations provided in a plurality of cells and a control station controlling the base stations, in which the base stations and the control station are connected by optical fibers with a sub-carrier optical transmission, wherein:

a different entrance radio signal sent from the control station to the base station is set for each base station; and
when the radio communication terminal moves and changes the base station to communicate with, a new base station which communicates with the radio communication terminal after a movement of the radio communication terminal transmits information of the radio communication terminal to the control station using the sub-carrier optical transmission method with an entrance frequency signal set for a previous base station which communicates with the radio communication terminal before the movement.

30. A method for signal processing in a network system of radio base stations comprising a plurality of base stations communicating with radio communication terminals, a control station comprehensively controlling the base stations and communicating with an external communication network, and optical fiber lines connecting the base stations and the control station, comprising the steps of:

in each of the base stations, receiving signals transmitted from the radio communication terminal, converting the received signals into optical signals having different wavelengths assigned particularly to each of the sending radio communication terminals, and transmitting the converted signals to the control station via the optical fiber lines; and
in the control station, receiving via the optical fiber lines near-simultaneously optical signals having an identical wavelength that are converted from signals transmitted from the same radio communication terminal and received by at least two base stations, converting the received signals into electric signals, and equalizing the electric signals.

31. A method for handover control when signals are processed according to the signal processing method as claimed in claim 30, further comprising the steps of:

monitoring the condition of connection shown

by the received optical signals that have an identical wavelength and are received near-simultaneously by the control station, and determining whether the control station can terminate the handover process based on results of the monitoring; and
establishing or sustaining a communication between the control station and the radio communication terminal under handover based on the equalized signals.

FIG.1

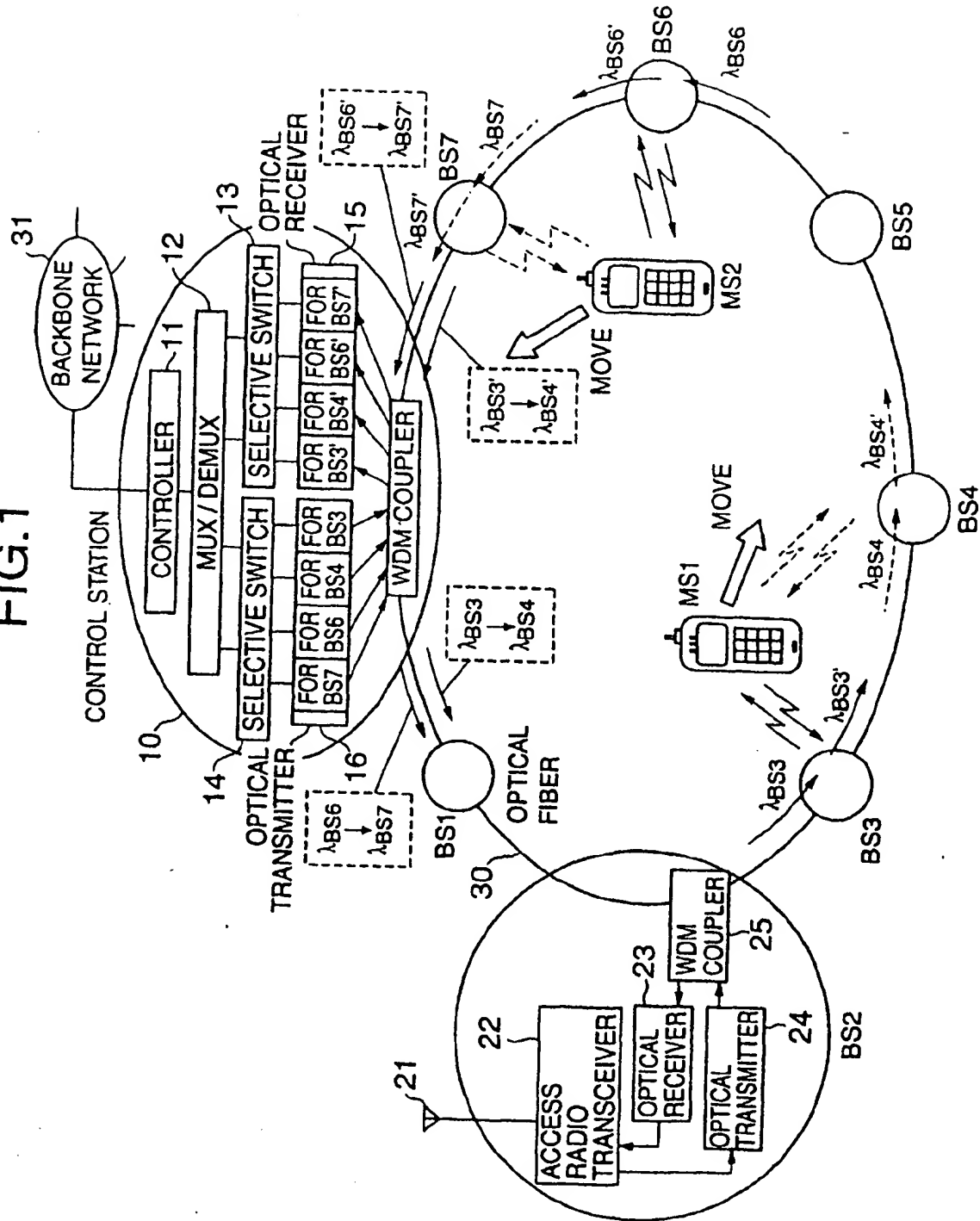


FIG.2

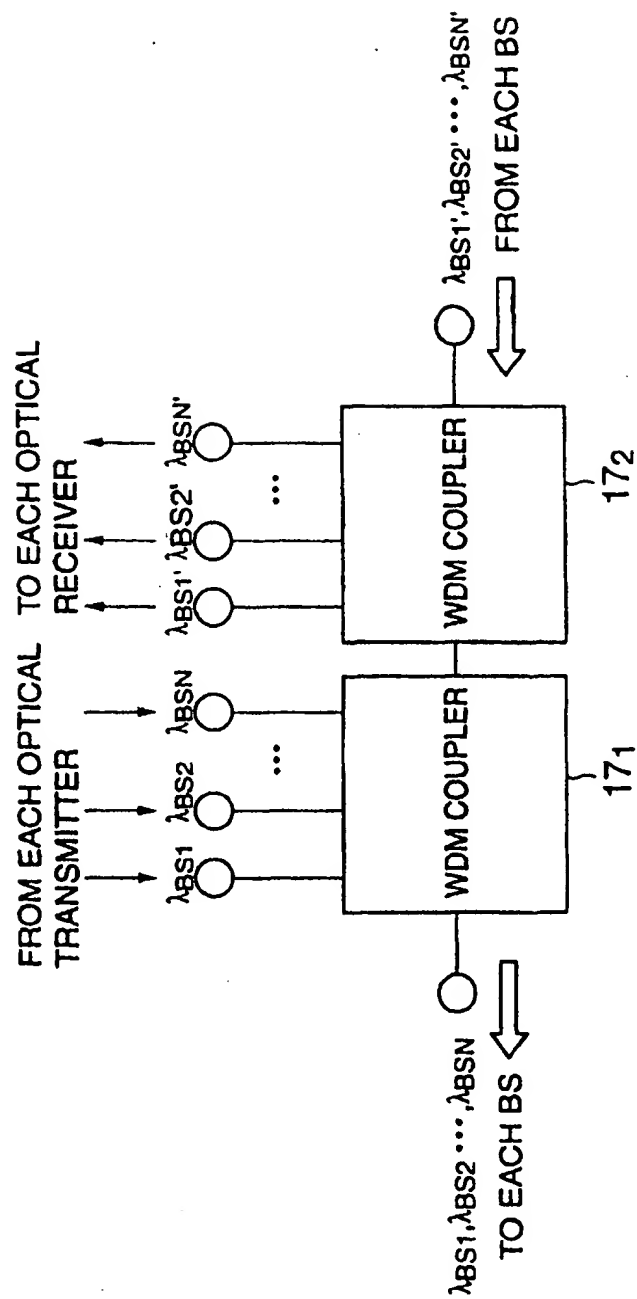


FIG.3

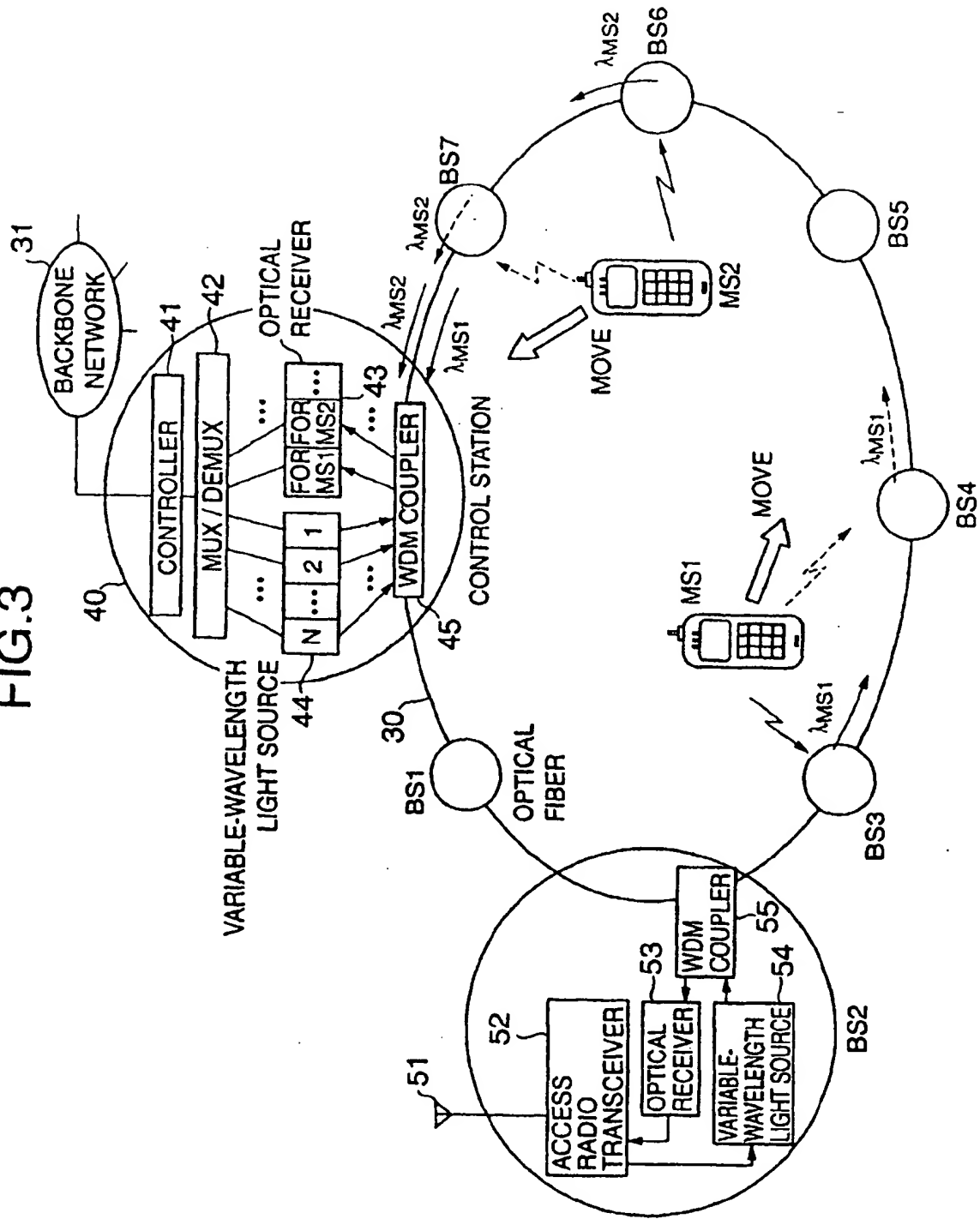


FIG. 4

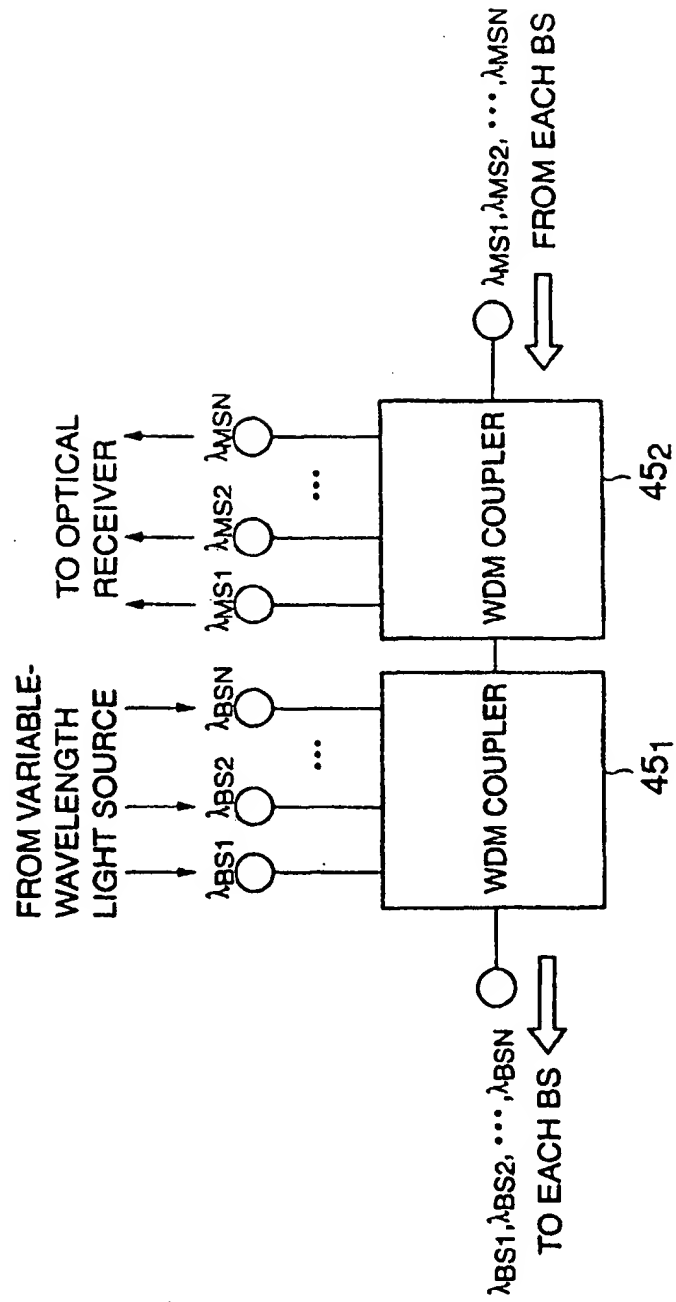


FIG. 5

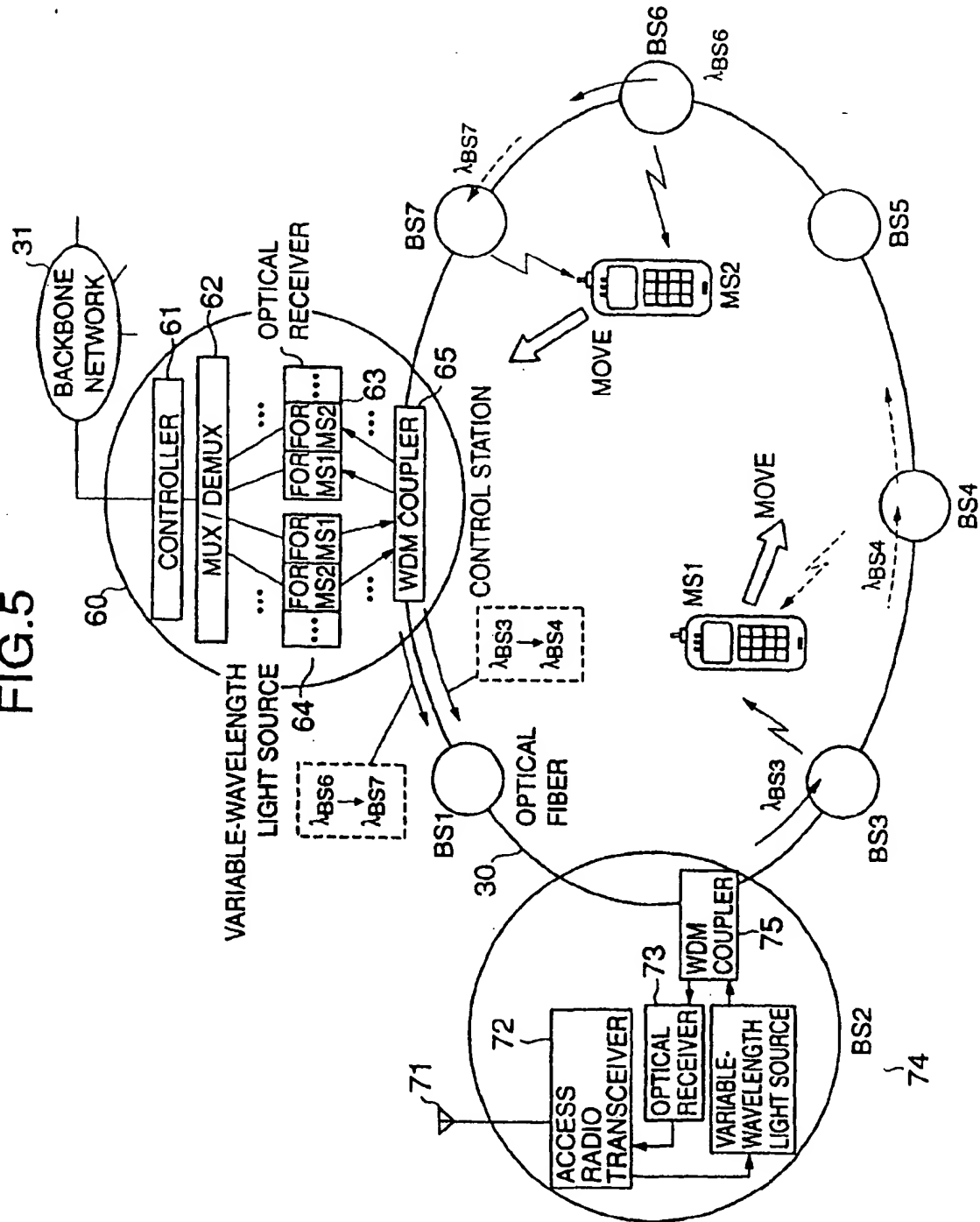


FIG.6

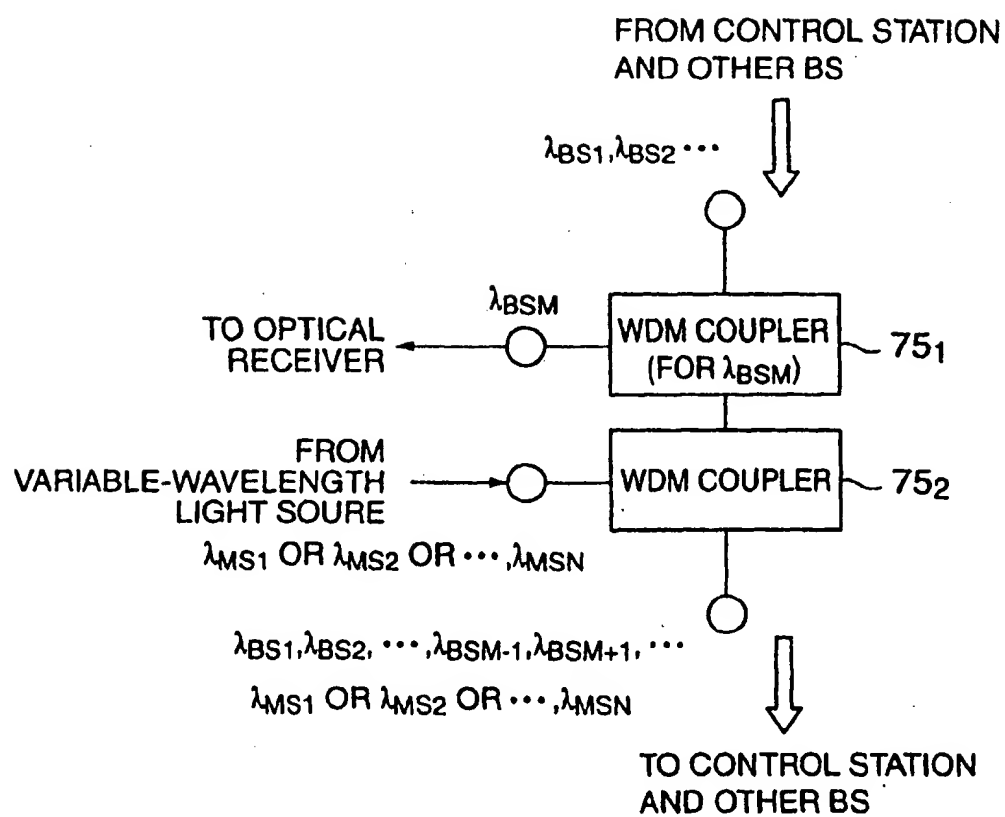


FIG. 7

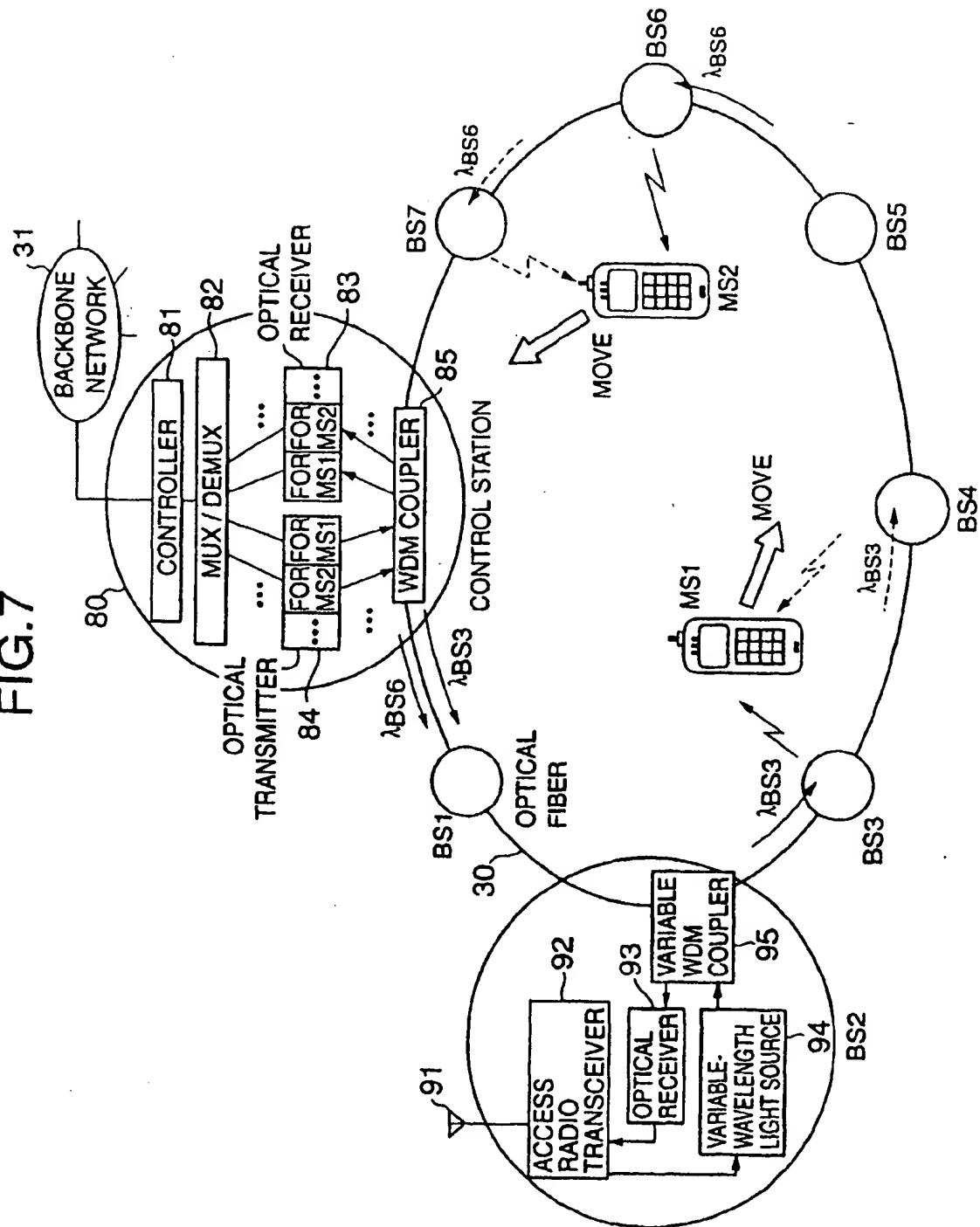


FIG.8

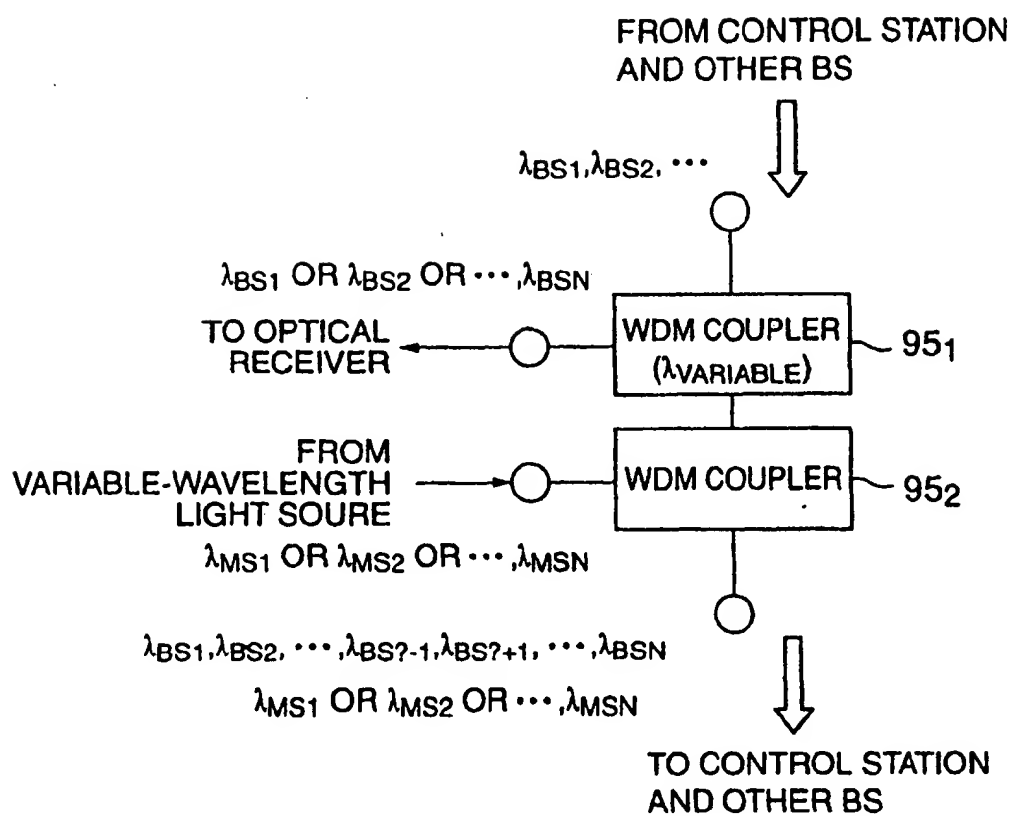


FIG.9

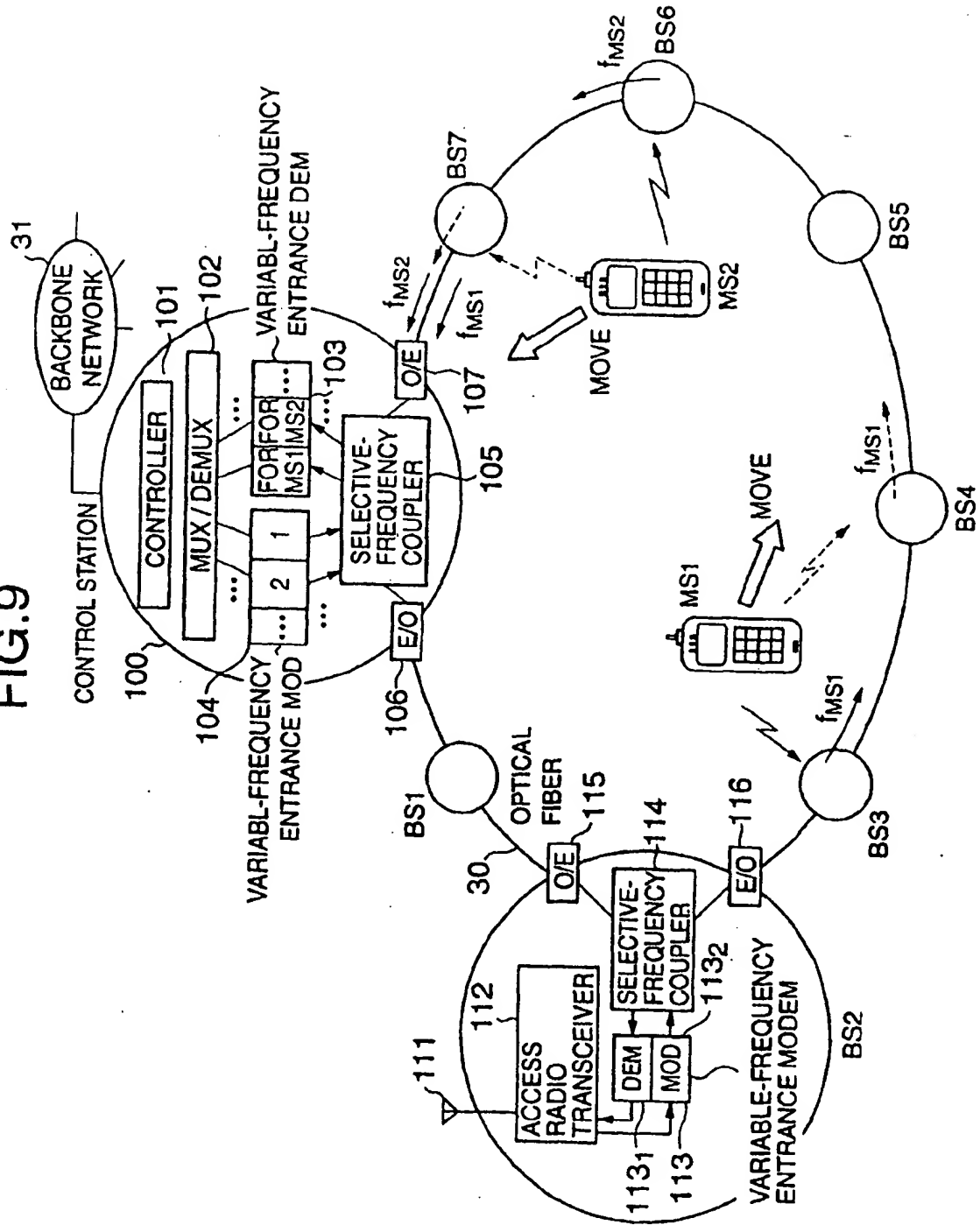


FIG. 10

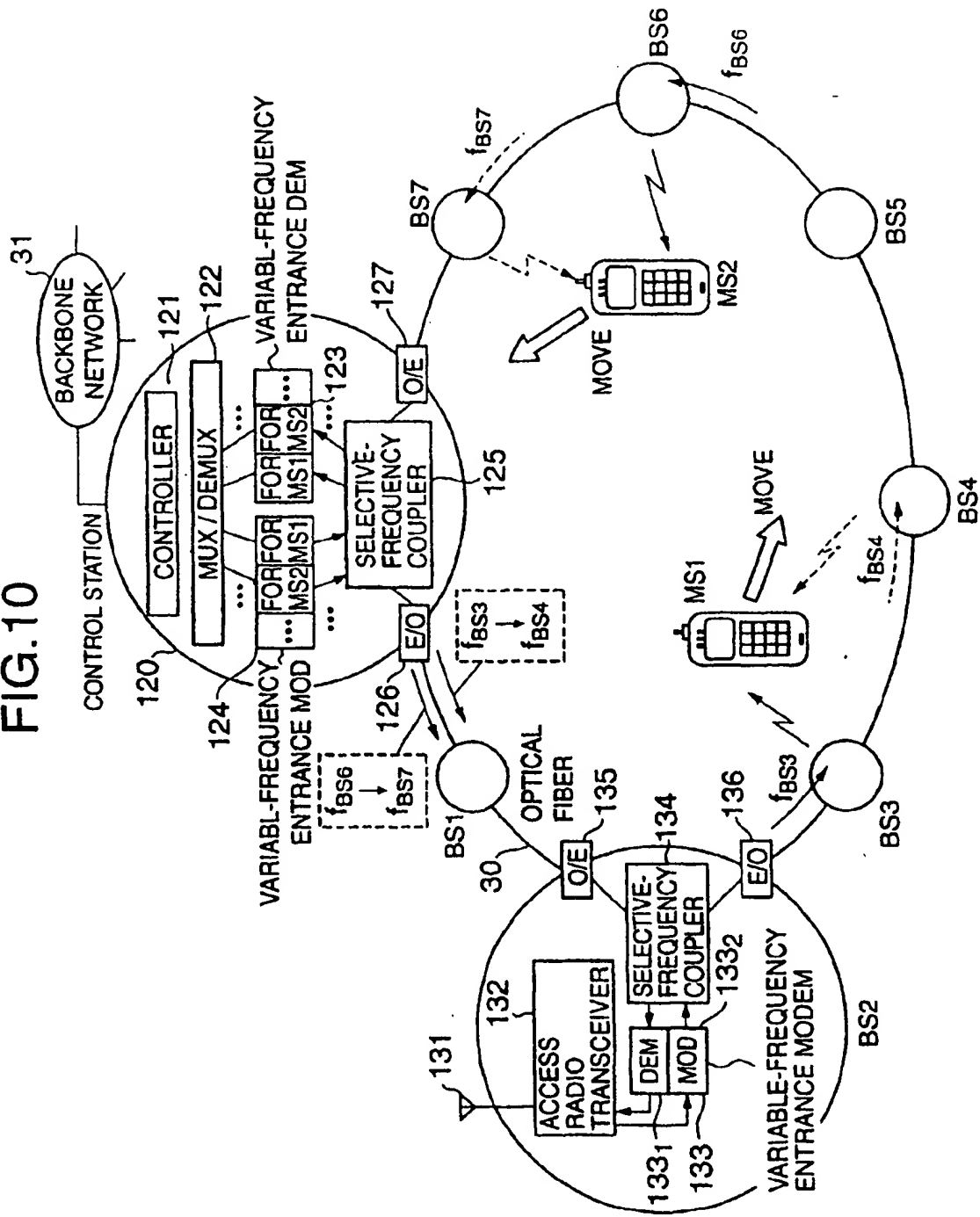


FIG. 11

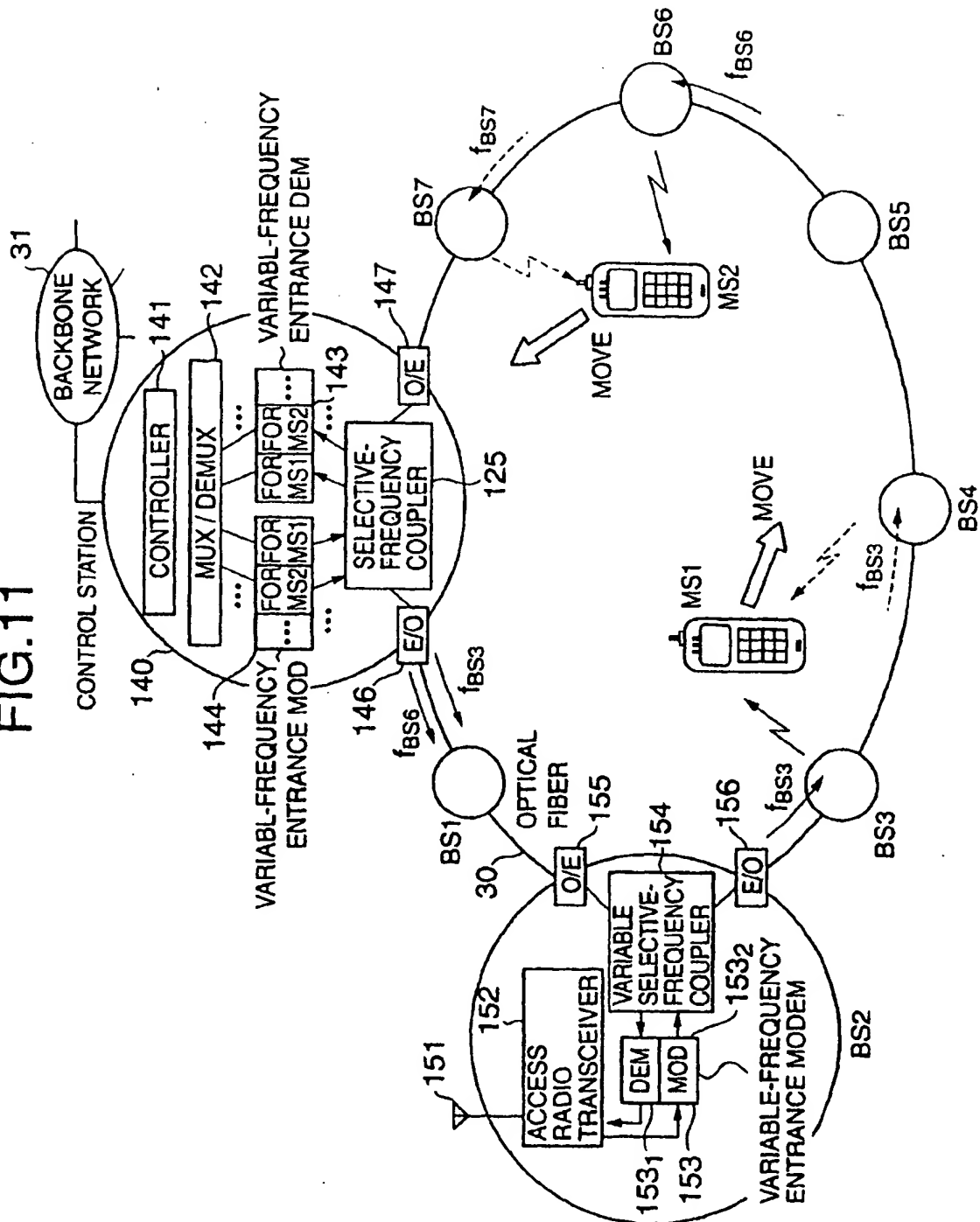


FIG.12

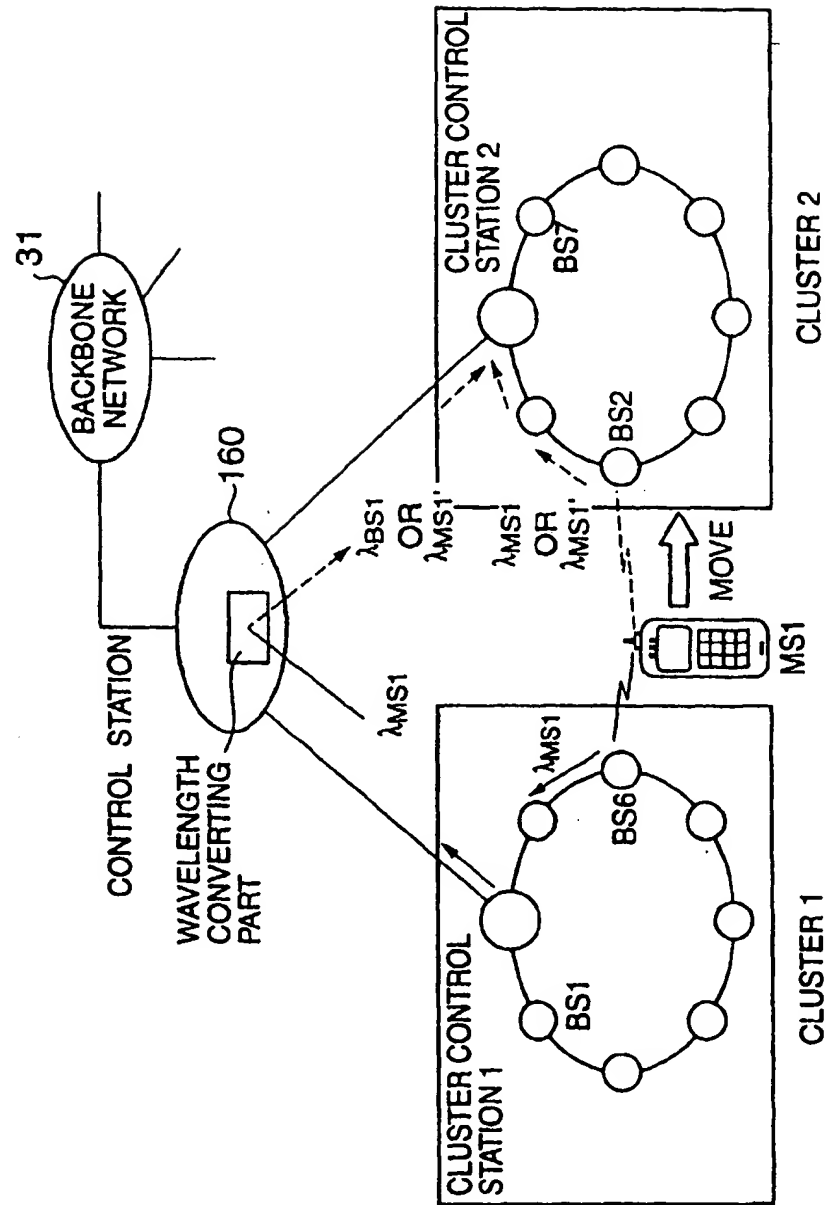


FIG.13

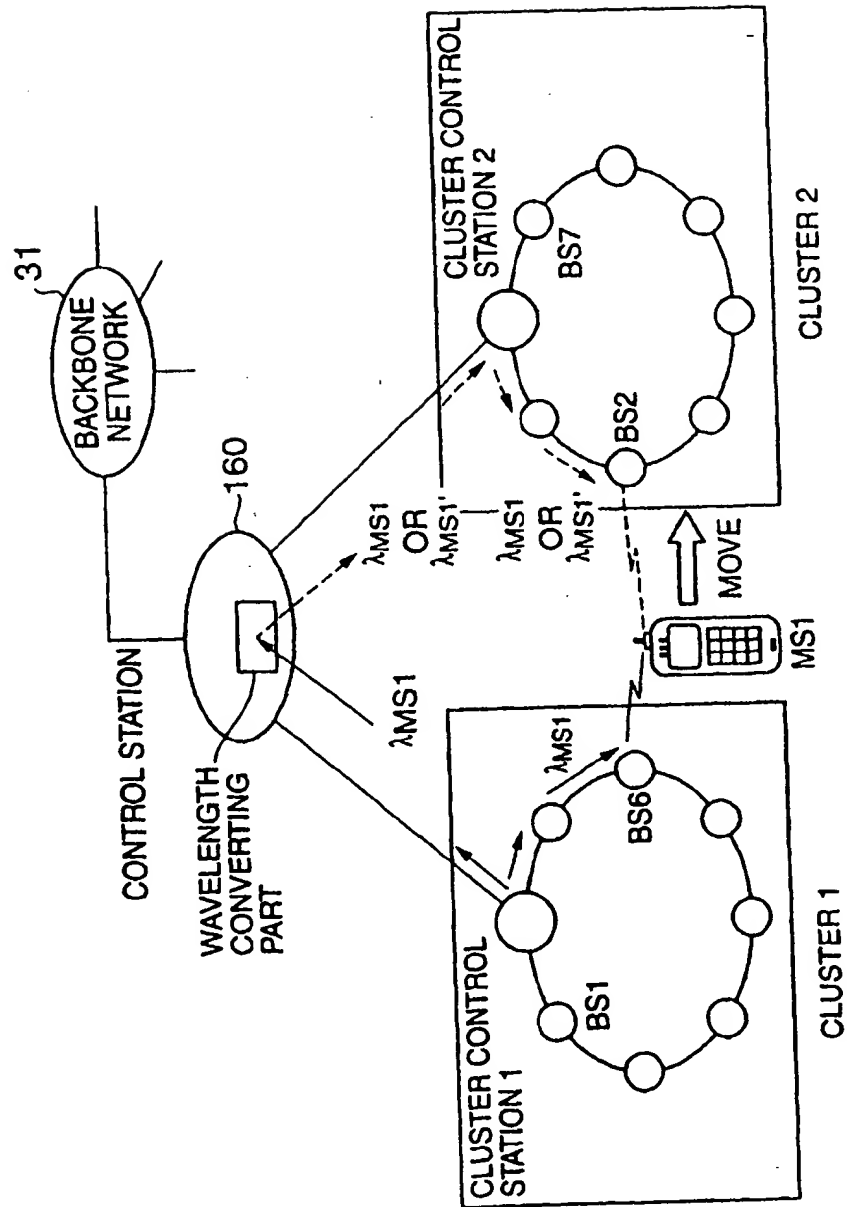


FIG. 14

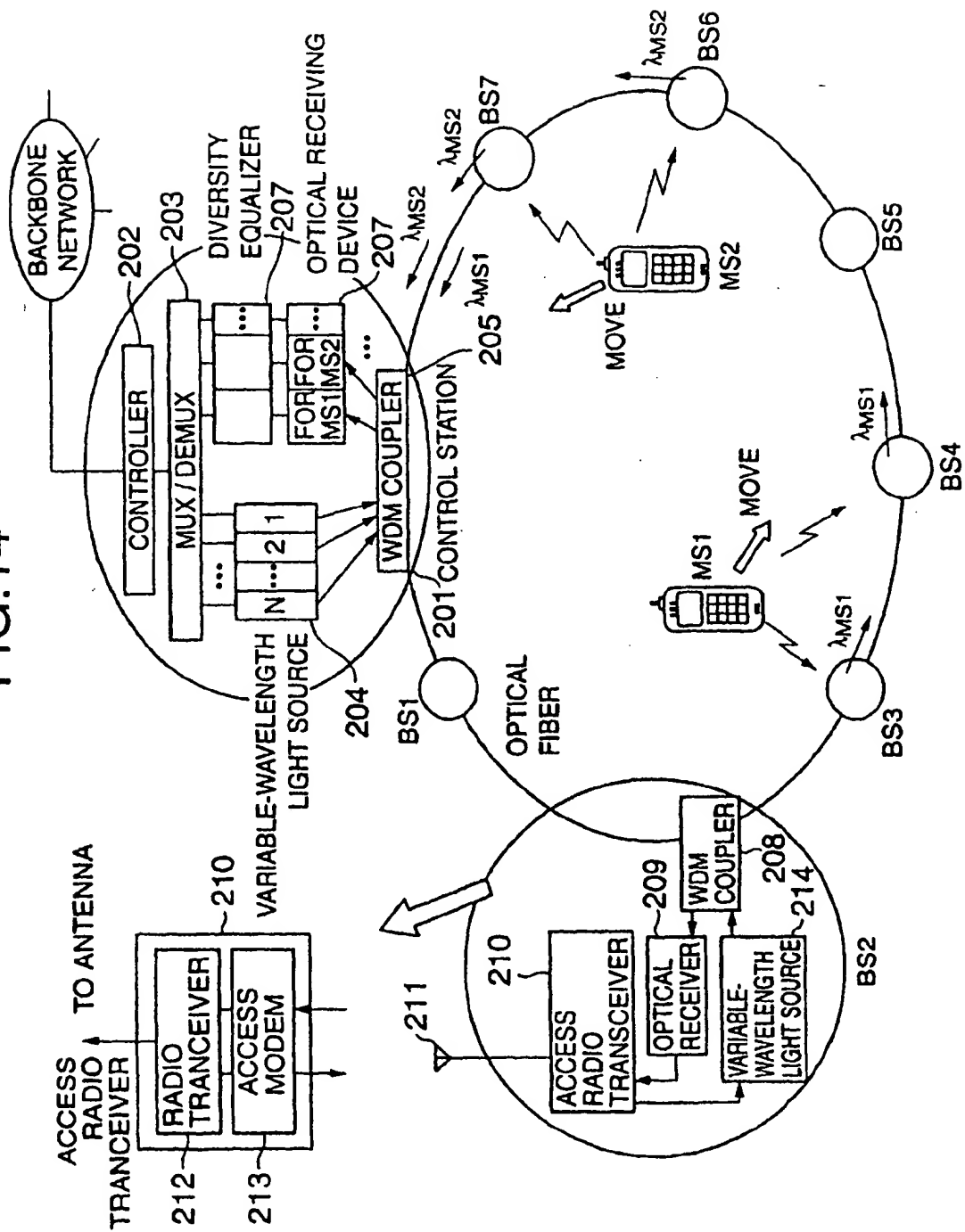


FIG. 15

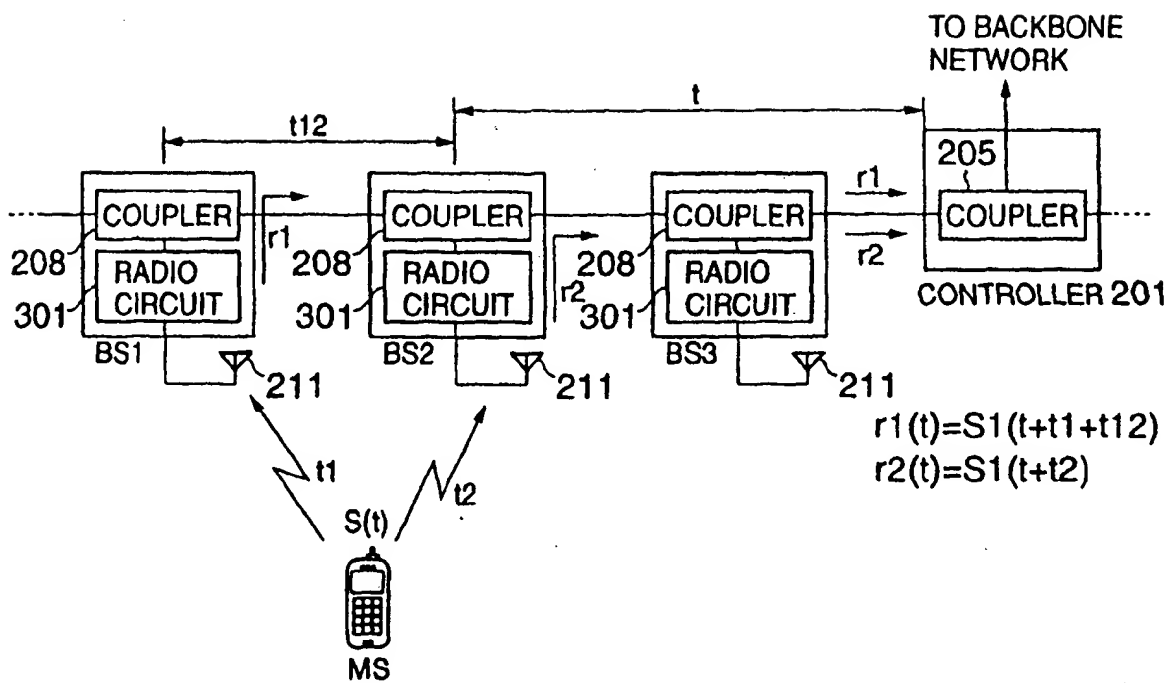


FIG. 16

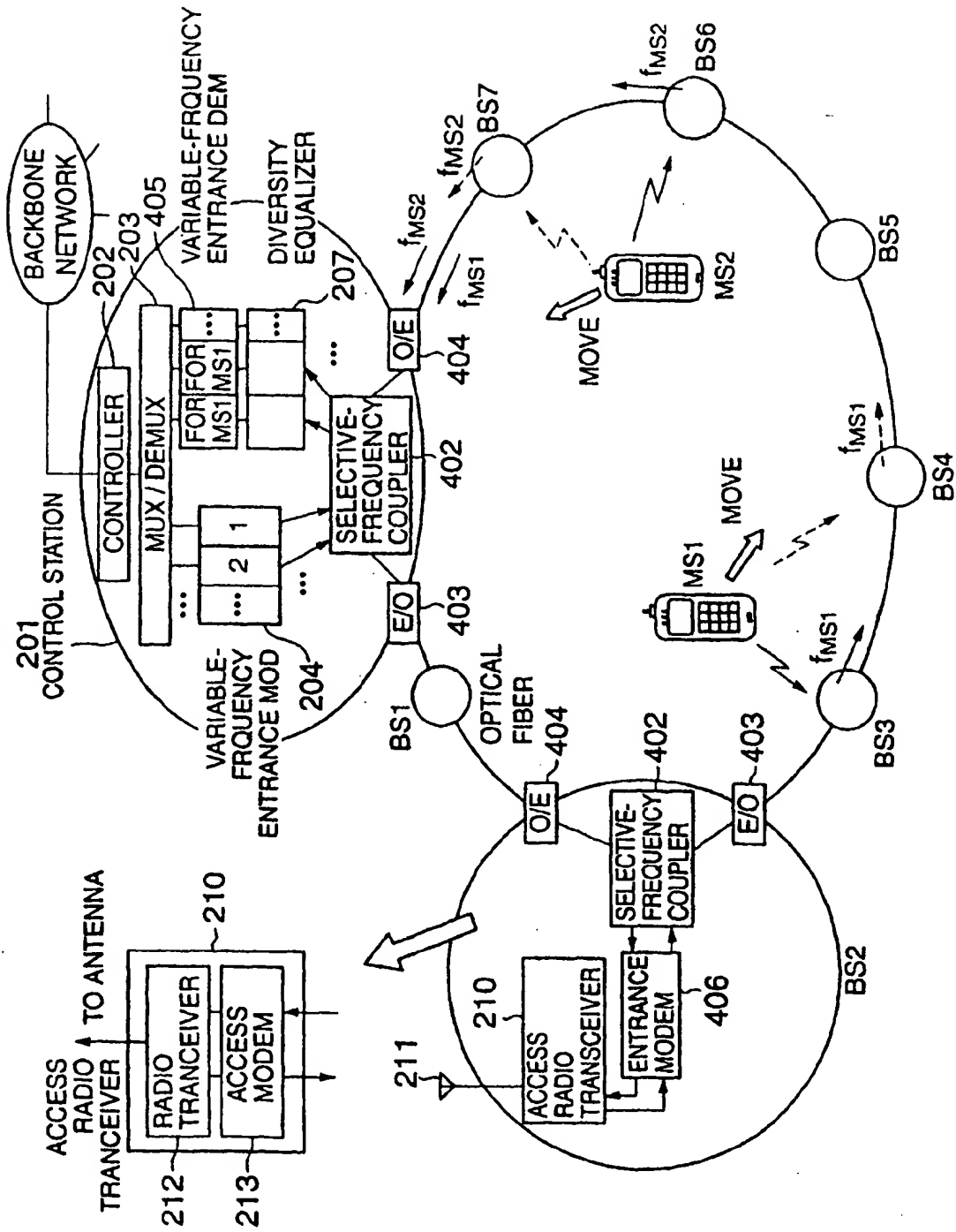


FIG. 17

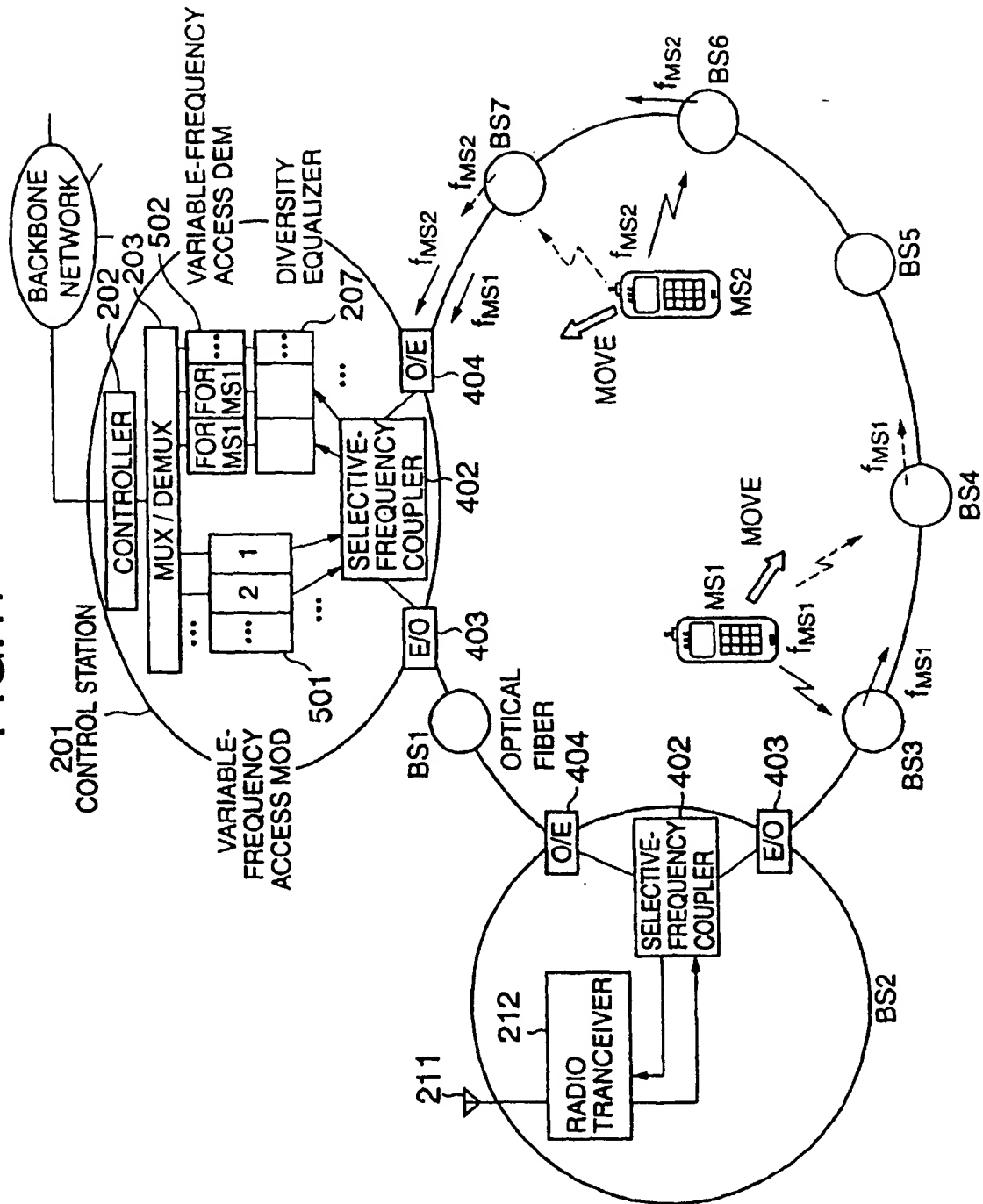


FIG.18

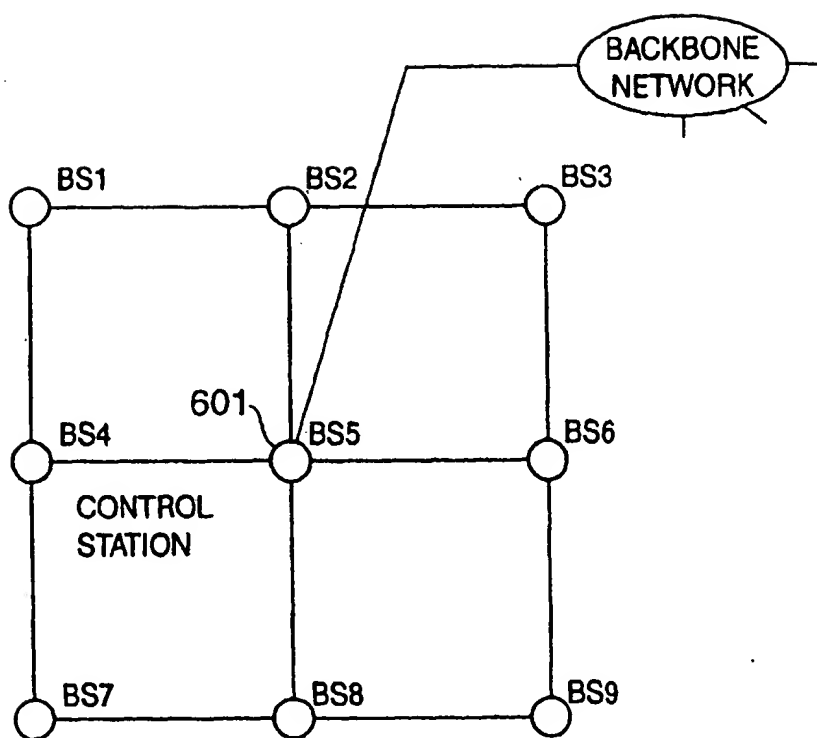
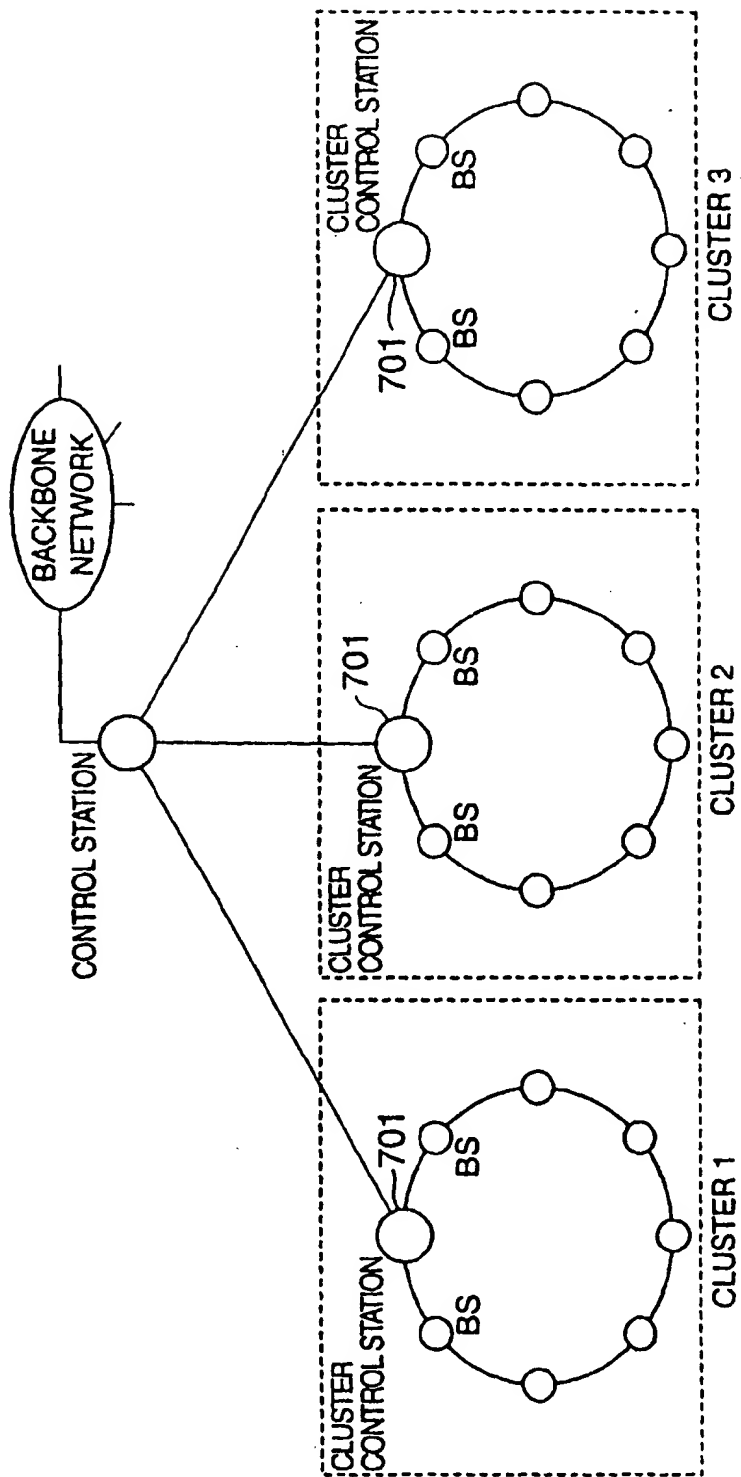


FIG.19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03845

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ H04Q 7/24, H04J 14/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. ⁷ H04B 7/24-7/26, H04B 10/00-10/28, H04J 14/02, H04Q 7/00-7/38		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-298939 A (Lucent Technologies, Inc.), 29 October, 1999 (29.10.99), Full text (Family: none)	1-30
A	CN 1224986 A (SK Telecom Co., Ltd.), 04 August, 1999 (04.08.99), Full text & JP 11-164348 A	1-30
A	HAN-CHIEH CHAO et al, "Channel assignment schemes for WDN-based personal communications network", WCNC. 1999, IEEE Wireless Communications and Networking Conference, (1999), Part Vol.2, ISBN 0780356683, pages 698 to 702	1-30
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 July, 2001 (30.07.01)		Date of mailing of the international search report 07 August, 2001 (07.08.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.